

明細書

指紋照合装置および方法、記録媒体、並びに、プログラム

技術分野

- 5 本発明は、指紋照合装置および方法、記録媒体、並びに、プログラムに関し、特に、記憶するデータ量を少なくする指紋照合装置および方法、記録媒体、並びに、プログラムに関する

背景技術

- 10 使用者の指の指紋を読み取り、指紋を照合し、使用者であることを認証する指紋照合装置が各種の装置に応用されている。

指の指紋を読み取り、指紋を登録する技術には、例えば、マニューシャ法やパターンマッチング法と呼ばれているものがある。

- マニューシャ法における読み取りの対象となる指紋の登録では、例えば、最初
15 に、指紋画像を2値化して細線化が行なわれ、細線化像から端点や分岐点のような特徴点が抽出される。そして、特徴点から細線に沿って一定数の画素だけ遡り、この部分が部分細線として抽出され、この部分細線が近似する線分列に変換される。この操作が所定数の特徴点について繰り返されて、複数の線分の繋がりからなる線分列が抽出される。このようにして、指紋画像が線分列化され、その線
20 分の両端の点の座標、線分が変わる位置の座標が登録される。また、特徴点が分岐点の時は、3本に枝分かれした細線について同様の作業が繰り返される。さらに、部分細線、細線化像、特徴点の種類および座標から、異なる部分細線の両端の点同士を結んだ線と交差する隆線の数が出算され、登録される（例えば、特開平1-50175号公報（以下、特許文献1と称する）参照）。

- 25 また、マニューシャ法における指紋の照合では、最初に、指紋画像が2値化、細線化された後、特徴量が抽出される。そして、求めた細線化像の中で、登録された部分細線の1つと位置の近いものが選択され、両者のパターンが比較され、

不一致度がある閾値以下であれば、両者は同じものであるとされる。また、この位置合わせが照合画像中の特徴点について順次実行され、一致するものが検出されたら両者の位置合わせが行なわれ、このときの移動量だけ、他の部分細線が移動され、それぞれの部分細線について同様の比較が行なわれる。さらに、照合対象細線画像から交差隆線数が算出され、これと登録されている交差隆線数とが比較され、一致率が所定値以上であれば合格とみなされる（例えば、特許文献 1 参照）。

また、パターンマッチング法においては、指紋画像の全て、または、その一部が登録テンプレートとされる。

10 しかしながら、パターンマッチング法は、指紋画像の全て、または、その一部を登録テンプレートとしているために、登録するテンプレートのサイズが大きなものとなり、その分、メモリの容量が必要となり、処理速度が遅くなるという課題があった。

また、取得した指紋画像が回転していた場合（例えば、上下が逆となっていた場合）、照合が容易ではなく、精度が十分でないという課題があった。

さらに、マニューシャ法（例えば、特許文献 1 参照）は、各特徴点の位置、方向、および種類（例えば、分岐点および端点）の情報に加えて、特徴点間の隆線数の情報を利用しており、特徴点間の隆線数の数により認証精度をあげている。すなわち、この方法においても、認証精度を上げるためには、ある程度の大きさのテンプレートサイズが必要になる。このように、処理速度がまだ遅い、データ量がまだ大きい、および、精度が充分ではないという課題があった。

発明の開示

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、処理速度を速く、データ量を少なく、かつ、精度をあげることができるようにするものである。

本発明の第 1 の情報処理装置は、指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出手段と、複数の第 1 の特徴点のうち、

近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成手段と、第 1 の作成手段により作成された 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算手段と、第 1 の計算手段により計算された 3 角形の面積と辺の長さを記憶する記憶手段とを備えることを特徴とする。

5 前記指紋画像の中心である中心点を検出する第 2 の検出手段と、第 2 の検出手段により検出された中心点と複数の第 1 の特徴点の間の距離に基づいて、第 1 の特徴点をソートするソート手段とをさらに備え、第 1 の作成手段は、ソートされた第 1 の特徴点を利用して、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成するようにすることができる。

10 前記第 1 の検出手段は、分岐点と端点のうちの他方である第 2 の特徴点をさらに検出し、1 つの 3 角形を構成する 3 つの第 1 の特徴点をそれぞれ第 1 の点、第 2 の点、および第 3 の点とすると、第 1 の点と第 1 の点に最も近い第 2 の特徴点である第 4 の点、第 2 の点と第 2 の点に最も近い第 2 の特徴点である第 5 の点、および、第 3 の点と第 3 の点に最も近い第 2 の特徴点である第 6 の点の、それぞれ
15 の距離と方向の少なくともいずれか一方を計算する第 2 の計算手段をさらに備え、記憶手段は、第 2 の計算手段により計算された、第 1 の点と第 4 の点、第 2 の点と第 5 の点、および第 3 の点と第 6 の点のそれぞれの距離と方向の少なくともいずれか一方をさらに記憶するようにすることができる。

前記指紋画像の中心である中心点を検出する第 2 の検出手段と、第 2 の検出手段により検出された中心点と複数の第 1 の特徴点の間の距離に基づいて、第 2 の
20 特徴点をソートするソート手段とをさらに備え、第 2 の計算手段は、ソートされた第 2 の特徴点を利用して、第 1 の点乃至第 3 の点に対応する第 4 の点乃至第 6 の点の距離と方向の少なくともいずれか一方を計算するようにすることができる。

前記照合対象の指紋画像から指紋の第 1 の特徴点を検出する第 2 の検出手段と、
25 照合対象の指紋画像の指紋の複数の第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 2 の作成手段と、第 2 の作成手段により作成された 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 2 の計算手段と、記憶手段により記憶された、3

角形の面積と辺の長さ、並びに、第2の計算手段により計算された、照合対象の指紋画像の3角形の面積と辺の長さを比較する比較手段とをさらに備えるようにすることができる。

本発明の第1の情報処理方法は、指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第1の特徴点を検出する第1の検出ステップと、複数の第1の特徴点のうち、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する第1の作成ステップと、第1の作成ステップの処理により作成された3角形の面積と辺の長さを計算する第1の計算ステップと、第1の計算ステップの処理により計算された3角形の面積と辺の長さの記憶を制御する記憶制御ステップとを含むことを特徴とする。

本発明の第1の記録媒体に記録されているプログラムは、指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第1の特徴点を検出する第1の検出ステップと、複数の第1の特徴点のうち、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する第1の作成ステップと、第1の作成ステップの処理により作成された3角形の面積と辺の長さを計算する第1の計算ステップと、第1の計算ステップの処理により計算された3角形の面積と辺の長さの記憶を制御する記憶制御ステップとを含むことを特徴とする。

本発明の第1のプログラムは、指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第1の特徴点を検出する第1の検出ステップと、複数の第1の特徴点のうち、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する第1の作成ステップと、第1の作成ステップの処理により作成された3角形の面積と辺の長さを計算する第1の計算ステップと、第1の計算ステップの処理により計算された3角形の面積と辺の長さの記憶を制御する記憶制御ステップとを含む処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

本発明の第2の情報処理装置は、照合対象の指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第1の特徴点を検出する第1の検出手段と、複数の第1の特徴点のうち、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する第1の作成手段と、第1の作成手段により作成された3角形の面積と辺の長さを計算する第1の計算手段

と、第1の計算手段により計算された照合対象の指紋画像の3角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている指紋画像の3角形の面積と辺の長さと比較する比較手段とを備えることを特徴とする。

前記第1の検出手段は、分岐点と端点のうちの他方である第2の特徴点をさらに検出し、1つの3角形を構成する3つの第1の特徴点をそれぞれ第1の点、第2の点、および第3の点とすると、第1の点と第1の点に最も近い第2の特徴点である第4の点、第2の点と第2の点に最も近い第2の特徴点である第5の点、および、第3の点と第3の点に最も近い第2の特徴点である第6の点のそれぞれの距離と方向の少なくともいずれか一方を計算する第2の計算手段をさらに備え、比較手段は、第1の計算手段と第2の計算手段により計算された照合対象の指紋画像の3角形の面積と辺の長さ、並びに第1の点に対する第4の点、第2の点に対する第5の点、および第3の点に対する第6の点のそれぞれの距離と方向の少なくともいずれか一方と、記憶されている指紋画像の3角形の面積と辺の長さ、並びに照合対象の指紋画像の第1の点に対する第4の点、第2の点に対する第5の点、および第3の点に対する第6の点のそれぞれの距離と方向の少なくともいずれか一方を比較するようにすることができる。

本発明の第2の情報処理方法は、照合対象の指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第1の特徴点を検出する第1の検出ステップと、複数の第1の特徴点のうち、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する第1の作成ステップと、第1の作成ステップの処理により作成された3角形の面積と辺の長さを計算する第1の計算ステップと、第1の計算ステップの処理により計算された照合対象の指紋画像の3角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている指紋画像の3角形の面積と辺の長さと比較する比較ステップとを含むことを特徴とする。

本発明の第2の記録媒体に記録されているプログラムは、照合対象の指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第1の特徴点を検出する第1の検出ステップと、複数の第1の特徴点のうち、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する第1の作成ステップと、第1の作成ステップの処理により作成された3角形

の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、第 1 の計算ステップの処理により計算された照合対象の指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さと比較する比較ステップとを含むことを特徴とする。

- 5 本発明の第 2 のプログラムは、照合対象の指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出ステップと、複数の第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成ステップと、第 1 の作成ステップの処理により作成された 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、第 1 の計算ステップの処理により計算された照合対象の
- 10 指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さと比較する比較ステップとを含む処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

- 第 1 の本願発明においては、指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点が検出され、複数の第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を
- 15 結ぶ 3 角形が作成され、作成された 3 角形の面積と辺の長さが計算され、計算された 3 角形の面積と辺の長さが記憶される。

- 第 2 の本願発明においては、照合対象の指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点が検出され、複数の第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形が作成され、作成された 3 角形の面積と辺の長さが計算され、計算された照合対象の指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さが、予め記憶されている指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さと比較される。
- 20

図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明を適用した指紋照合装置の一実施の形態の外観の構成を示す斜
- 25 視図である。

図 2 は、指紋読み取りセンサが、指紋が読み取られる指で押圧されている状態を説明する平面図である。

図 3 は、指紋照合装置の構成を示すブロック図である。

図 4 は、指紋読み取りセンサの原理的な構成を示す断面図である。

図 5 は、指紋読み取りセンサの内部回路の構成を示す回路図である。

図 6 は、図 3 の指紋照合装置における指紋登録処理を説明するフローチャート
5 である。

図 7 は、図 3 の指紋照合装置における指紋登録処理を説明するフローチャート
である。

図 8 は、図 6 のステップ S 3 における画像例を示す図である。

図 9 は、図 6 のステップ S 4 における画像例を示す図である。

10 図 10 は、図 6 のステップ S 5 における画像例を示す図である。

図 11 は、図 6 のステップ S 6 における画像例を示す図である。

図 12 は、図 6 のステップ S 7 における画像例を示す図である。

図 13 は、図 7 のステップ S 14 における画像例を示す図である。

図 14 は、図 3 の指紋照合装置における指紋照合処理を説明するフローチャー
15 トである。

図 15 は、図 3 の指紋照合装置における指紋照合処理を説明するフローチャー
トである。

図 16 は、図 3 の指紋照合装置における指紋照合処理を説明するフローチャー
トである。

20 図 17 は、図 3 の指紋照合装置における指紋照合処理を説明するフローチャー
トである。

図 18 は、図 14 のステップ S 104 における画像例を示す図である。

図 19 は、図 14 のステップ S 105 における画像例を示す図である。

図 20 は、図 14 のステップ S 106 における画像例を示す図である。

25 図 21 は、図 14 のステップ S 107 における画像例を示す図である。

図 22 は、図 14 のステップ S 104 における他の画像例を示す図である。

図 23 は、図 14 のステップ S 105 における他の画像例を示す図である。

図 2 4 は、図 1 4 のステップ S 1 0 6 における他の画像例を示す図である。

図 2 5 は、図 1 4 のステップ S 1 0 7 における他の画像例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- 5 図 1 は、本発明を適用した指紋照合装置の一実施の形態の外観の構成を示す図である。

指紋照合装置 1 は、装置の筐体をなす本体部 1 1、および閉じた状態において本体部 1 1 の上面を物理的に保護する、本体部 1 1 に対して開閉自在に設けられている保護カバー 1 2 からなる。図 1 においては、指紋照合装置 1 の保護カバー

- 10 1 2 は、本体部 1 1 に対して開かれた状態とされている。

本体部 1 1 の上面には、指紋読み取りセンサ 2 1、並びに指紋の照合の結果を表示するランプ 2 2 およびランプ 2 3 が設けられている。

指紋読み取りセンサ 2 1 は、指紋読み取りセンサ 2 1 に押圧され、接触された指の指紋を画像として読み取る。

- 15 図 1 に示す状態において、図 2 に示すように、指紋読み取りセンサ 2 1 を、指紋が読み取られる指 4 1 で軽く押圧することにより、指 4 1 の指紋が画像として読み取られる。

- ランプ 2 2 およびランプ 2 3 は、排他的に点灯し、即ち、これにより、指紋照合の可否を表示する。ランプ 2 2 およびランプ 2 3 は、いずれも消灯することにより、指紋読み取りセンサ 2 1 に指 4 1 が接触されていない状態であることを表示する。

- 指紋照合装置 1 は、図 2 に示すように、指紋の照合の結果を示すデータを、端子 4 2 に接続されているケーブル 4 3 を介して、図示せぬ他の機器に供給する。ケーブル 4 3 は、例えば、USB (Universal Serial Bus) の規格に基づいたケーブルとすることができる。ケーブル 4 3 の規格は、例えば、RS232C など、他の規格であってもよいことは勿論である。

この指紋照合装置 1 を持ち運びするとき、保護カバー 1 2 は閉じられる。これにより、本体部 1 1、表示用のランプ 2 2、およびランプ 2 3、特に、指紋読み取りセンサ 2 1 が、外部からの異常な圧力から保護されるとともに、静電気から保護される。その結果、指紋照合装置 1 の破損または破壊が抑制される。

5 図 3 は、指紋照合装置 1 の内部の構成を示すブロック図である。

指紋読み取り用 LSI (Large Scale Integrated circuit) 5 1 は、指紋読み取りセンサ 2 1 から供給された信号から、指紋の画像を生成して、生成した指紋の画像を CPU 5 2 に供給する。

10 CPU 5 2 は、指紋照合装置 1 全体の動作を制御する。また、CPU 5 2 は、指紋読み取り用 LSI 5 1 から供給された指紋の画像を登録したり、既に登録されている指紋と照合する。

プログラム用 RAM (Random Access Memory) /ROM (Read Only Memory) 5 3 は、RAM および ROM からなり、CPU 5 2 が実行するコントロールファームウェアである、指紋照合プログラムを記憶する。プログラム用 RAM/ROM 5 3 の ROM 部分
15 には、基本的に固定のプログラムおよびパラメータが記憶される。プログラム用 RAM/ROM 5 3 の RAM 部分には、指紋照合プログラムの実行に伴って変化するパラメータまたはデータが記憶される。

フラッシュメモリ 5 4 は、使用者の指紋を登録するとき、使用者の指紋の画像から抽出された特徴量を表わすデータを登録テンプレートとして記憶する。すな
20 わち、CPU 5 2 は、指紋を登録するとき、指紋読み取り用 LSI 5 1 から供給された、指紋の画像から抽出された登録テンプレートをフラッシュメモリ 5 4 に記憶させる。また、CPU 5 2 は、指紋を照合するとき、フラッシュメモリ 5 4 に記憶されている登録テンプレートと、指紋読み取り用 LSI 5 1 から供給された指紋の画像とを照合する。

25 USB コントローラ 5 5 は、USB の規格に基づいて、端子 4 2 を介して接続されている、図示せぬ外部の機器に、CPU 5 2 から供給された、指紋照合の結果を出力すると共に、外部の機器から供給された、指紋を読み取っている使用者の ID

(Identifier) を取得する。USB コントローラ 55 は、取得した使用者の ID を CPU 52 に供給する。ユーザ ID は、フラッシュメモリ 54 に、登録テンプレートとして記憶される。

5 指紋読み取り用 LSI 51、フラッシュメモリ 54、プログラム用 RAM/ROM 53、CPU 52、および USB コントローラ 55 は、バス 56 により相互に接続されている。

バス 56 には、必要に応じてドライブ 57 が接続される。ドライブ 57 は、必要に応じて装着される磁気ディスク 71、光ディスク 72、光磁気ディスク 73、または半導体メモリ 74 に記録されているデータまたはプログラムを読み出して、
10 そのデータまたはプログラムを、バス 56 を介してプログラム用 RAM/ROM 53 に供給する。

次に、指紋読み取りセンサ 21 について説明する。指紋読み取りセンサ 21 は、上述したように、指 41 をセンサ面に直接触れさせることで指紋画像を読み取るものであり、例えば、ソニー社製 C X A 3 2 7 1 G E を用いることができる。

15 指紋読み取りセンサ 21 においては、金属電極をアレイ状に並べた上面に絶縁膜を設けてセンサ面が構成される。指紋読み取りセンサ 21 のセンサ面に指を置いたとき、金属電極、絶縁膜、および指 41 の 3 つでコンデンサが形成される。この場合、指 41 は、電極として機能する。

指 41 の指紋の隆起部（電極）から指紋読み取りセンサ 21 の金属電極までの
20 距離は、指 41 の指紋の谷部（電極）から指紋読み取りセンサ 21 の金属電極までの距離より短い。また、指 41 の指紋の隆起部が絶縁膜に接するので、指 41 の指紋の隆起部で形成されるコンデンサの容量値は、ほぼ、絶縁膜の誘電率で決まる。

これに対して、指 41 の指紋の谷部においては、電極である指 41 と絶縁膜と
25 の間に空気層が入るので、指 41 の指紋の谷部で形成されるコンデンサの容量値は、指 41 の指紋の隆起部で形成されるコンデンサの容量値と大きく異なる。

そこで、指紋読み取りセンサ 2 1 は、金属電極、絶縁膜、および指 4 1 の指紋の隆起部、並びに、金属電極、絶縁膜、および指 4 1 の指紋の谷部でそれぞれ形成されるコンデンサに蓄積される電荷を電圧に変換することで、指紋の凹凸を電気信号として出力する。

5 図 4 は、指紋読み取りセンサ 2 1 の原理的な構成を示す図である。

図 4 に示すように、指紋読み取りセンサ 2 1 は、シリコン (S i) 基板 1 0 1 上に層間膜 1 0 2 を介して金属電極 1 0 3 (サンプリング点) を $80\mu\text{m}$ のピッチでアレイ状に配置し、その上面を絶縁膜 (Over Coat) 1 0 4 で覆った構成を有する。指紋読み取りセンサ 2 1 は、絶縁膜 1 0 4 の上面に直接置かれた指 4 1
10 の指紋の凹凸を検出する。

すなわち、指 4 1 は導体なので、指 4 1 が絶縁膜 1 0 4 の上面に置かれたとき、金属電極 1 0 3、絶縁膜 1 0 4、および指 4 1 でコンデンサ 1 0 6 が形成される。そして、指紋の隆起部 4 1 A および谷部 4 1 B の凹凸により、電極である指 4 1 から金属電極 1 0 3 までの距離の異なるコンデンサ 1 0 6 が形成されることになり、指紋の隆起部 4 1 A および谷部 4 1 B の凹凸は、コンデンサ 1 0 6 の容量値
15 の違いとなって現れる。

また、指紋の隆起部 4 1 A は、絶縁膜 1 0 4 に接触しているので、隆起部 4 1 A により形成されるコンデンサ 1 0 6 の容量値は、絶縁膜 1 0 4 の誘電率および絶縁膜 1 0 4 の厚さで決まる。これに対して、指紋の谷部 4 1 B においては、電
20 極である指 4 1 と金属電極 1 0 3 との間に、絶縁膜 1 0 4 に加えて空気層が入るので、谷部 4 1 B により形成されるコンデンサ 1 0 6 の容量値は、絶縁膜 1 0 4 の誘電率および絶縁膜 1 0 4 の厚さ、並びに空気の誘電率およびその厚さで決まる。

すなわち、指 4 1 の指紋の谷部 4 1 B で形成されるコンデンサ 1 0 6 の容量値
25 と、指 4 1 の指紋の隆起部 4 1 A で形成されるコンデンサ 1 0 6 の容量値とは、大きく異なる。

従って、指 4 1 が指紋読み取りセンサ 2 1 の上面（センサ面）に接触しているとき、金属電極 1 0 3 に一定電圧を印加すれば、指 4 1 の指紋の隆起部 4 1 A のコンデンサ 1 0 6 に蓄積される電荷の量と、谷部 4 1 B のコンデンサ 1 0 6 に蓄積される電荷の量は異なる。指紋読み取りセンサ 2 1 は、コンデンサ 1 0 6 に蓄積された電荷を電圧に変換して、指紋の凹凸を電気信号として出力する。

次に、指紋読み取りセンサ 2 1 の、指紋の凹凸を電気信号に変換する動作について説明する。図 5 は、指紋読み取りセンサ 2 1 の内部回路を示す回路図である。

指紋読み取りセンサ 2 1 は、指紋の凹凸による容量値を電荷として検出するセンサ部 2 1 A、センサ部 2 1 A から出力された電荷を電圧信号に変換するセンスアンプ部 2 1 B、およびセンスアンプ部 2 1 B から出力された電圧信号を増幅し、出力する出力部 2 1 C から構成される。

指紋読み取りセンサ 2 1 は、センスアンプ部 2 1 B に、電荷を電圧信号に変換するための差動アンプ 1 2 1 を有し、出力部 2 1 C に、電圧信号を増幅するための差動アンプ 1 2 2、および出力インピーダンスを調整するための差動アンプ 1 2 3 を有する。

なお、図 5 において、コンデンサ C_s は、指 4 1 と金属電極 1 0 3 との間で形成されるコンデンサ 1 0 6 を示す。以下、コンデンサ C_s の容量は、単に、 C_s と記述する。

センサ部 2 1 A のコンデンサ C_p は、金属電極 1 0 3 とシリコン基板 1 0 1 との間で形成される寄生容量に等価なコンデンサである。以下、コンデンサ C_p の容量は、単に、 C_p と記述する。センサ部 2 1 A のコンデンサ C_s およびコンデンサ C_p は、直列に接続される。コンデンサ C_s およびコンデンサ C_p の接続点の電圧を、 V_{ce1} と記述する。

また、センスアンプ部 2 1 B のコンデンサ $C_{p'}$ は、寄生容量によるコンデンサ C_p の容量をキャンセルする目的のコンデンサである。コンデンサ $C_{p'}$ の一方の端子は接地され、コンデンサ $C_{p'}$ の他方の端子は、スイッチ Sw_3 を介して、差動アンプ 1 2 1 の反転入力端子に接続されている。以下、コンデンサ C

p' の容量は、単に、C P' と記述する。コンデンサ C P' の容量は、コンデンサ C p の容量にほぼ等しい。

5 センスアンプ部 2 1 B のコンデンサ C h 1 の一方の端子は接地され、コンデンサ C h 1 の他方の端子は、スイッチ S w 5 を介して差動アンプ 1 2 1 の出力端子に接続されると共に、スイッチ S w e を介して差動アンプ 1 2 2 の反転入力端子に接続されている。出力部 2 1 C のコンデンサ C h 2 の一方の端子は接地され、コンデンサ C h 2 の他方の端子は、スイッチ S w 7 を介して、差動アンプ 1 2 2 の出力端子に接続されると共に、差動アンプ 1 2 3 の非反転入力端子に接続されている。センスアンプ部 2 1 B のコンデンサ C h 1 および出力部 2 1 C のコンデンサ C h 2 は、電圧を保持するための、いわゆるホールド容量である。

以下、コンデンサ C h 1 の容量は、単に、C h 1 と記述する。コンデンサ C h 2 の容量は、単に、C h 2 と記述する。

また、センスアンプ部 2 1 B のコンデンサ C f 1 の一方の端子は、差動アンプ 1 2 1 の反転入力端子に接続され、コンデンサ C f 1 の他方の端子は、差動アンプ 1 2 1 の出力端子に接続されている。コンデンサ C f 1 の容量は、差動アンプ 1 2 1 のゲインを決める帰還容量である。

以下、コンデンサ C f 1 の容量は、単に、C f 1 と記述する。

出力部 2 1 C のコンデンサ C f 2 の一方の端子は、差動アンプ 1 2 2 の反転入力端子に接続され、コンデンサ C f 2 の他方の端子は、差動アンプ 1 2 2 の出力端子に接続されている。コンデンサ C f 2 の容量は、差動アンプ 1 2 2 のゲインを決める帰還容量である。以下、コンデンサ C f 2 の容量は、単に、C f 2 と記述する。

25 センスアンプ部 2 1 B のスイッチ S w r は、コンデンサ C s およびコンデンサ C p の接続点と、差動アンプ 1 2 1 の反転入力端子とを接続するか、または切断する。センスアンプ部 2 1 B のスイッチ S w e は、コンデンサ C h 1 の接地されていない端子と、差動アンプ 1 2 2 の反転入力端子とを接続するか、または切断する。

センサアンプ部 2 1 Bにおいて、スイッチ S w 1 の一方の端子には、電圧 V H が印加され、他方の端子は、差動アンプ 1 2 1 の非反転入力端子に接続される。スイッチ S w 2 の一方の端子には、電圧 V M が印加され、他方の端子は、差動アンプ 1 2 1 の非反転入力端子に接続される。スイッチ S w 1 1 の一方の端子には、
5 電圧 V L が印加され、他方の端子は、差動アンプ 1 2 1 の非反転入力端子に接続される。

電圧 V H は、電圧 V M より高く、電圧 V M は、電圧 V L より高い。また電圧 V H と電圧 V M との差は、電圧 V M と電圧 V L との差にほぼ等しい。

スイッチ S w 3 の一方の端子は、コンデンサ C p ' の接地されていない端子に
10 接続され、スイッチ S w 3 の他方の端子は、差動アンプ 1 2 1 の反転入力端子に接続されている。

スイッチ S w 4 の一方の端子は、コンデンサ C f 1 の一方の端子に接続され、スイッチ S w 4 の他方の端子は、コンデンサ C f 1 の他方の端子に接続されている。すなわち、スイッチ S w 4 は、コンデンサ C f 1 に並列に接続されている。

15 スイッチ S w 5 の一方の端子は、差動アンプ 1 2 1 の出力端子に接続され、スイッチ S w 5 の他方の端子は、コンデンサ C h 1 の接地されていない端子に接続されるとともに、スイッチ S w e を介して差動アンプ 1 2 2 の反転入力端子に接続されている。

出力部 2 1 C のスイッチ S w 6 の一方の端子は、コンデンサ C f 2 の一方の端子に接続され、スイッチ S w 6 の他方の端子は、コンデンサ C f 2 の他方の端子に接続されている。すなわち、スイッチ S w 6 は、コンデンサ C f 2 に並列に接続されている。

出力部 2 1 C のスイッチ S w 7 の一方の端子は、差動アンプ 1 2 2 の出力端子に接続され、スイッチ S w 7 の他方の端子は、コンデンサ C h 2 の接地されていない端子に接続されると共に、差動アンプ 1 2 3 の非反転入力端子に接続されて
25 いる。

差動アンプ 1 2 2 の非反転入力端子には、電圧 V O S が印加されている。

次に、指紋読み取りセンサ 21 の内部回路の動作について説明する。

なお、スイッチS_{wr}、スイッチS_{we}、スイッチS_{w1}乃至スイッチS_{w7}、並びにスイッチS_{w11}が、切断している状態、すなわちオフしている状態から、指紋読み取りセンサ21の動作が開始される。

5 (1) 初期状態、すなわち、スイッチ S_{wr} 、スイッチ S_{we} 、スイッチ S_{w1} 乃至スイッチ S_{w7} 、並びにスイッチ S_{w11} が、オフしている状態から、まず、
 スイッチ S_{w1} 、スイッチ S_{w4} 、およびスイッチ S_{wr} が、接続、すなわちオン
 される。従って、コンデンサ C_s とコンデンサ C_p との接続点の電圧 V_{ce1}
 は、 V_H とされる。このとき、コンデンサ C_s およびコンデンサ C_p に蓄積され
 10 る電荷は、 $(C_s + C_p) V_H$ となる。

(2) その後、スイッチ S w 1、およびスイッチ S w r がオフされる。

(3) 次に、スイッチ S_{w11} 、およびスイッチ S_{w3} がオンされ、コンデンサ $C_{p'}$ とスイッチ S_{w3} の接続点の電圧 V_{dmy} を V_L とする。ここで、コンデンサ $C_{p'}$ に蓄積される電荷は、 $C_{p'} V_L$ となる。

15 (4) その後、スイッチSw3、およびスイッチSw11がオフされる。

(5) 次に、スイッチ S_{w2} がオンされ、差動アンプ 121 の反転入力端子に印加される電圧 V_{s1} を V_M とする。

(6) その後、スイッチ S w 4 がオフされる。

(7) 次に、スイッチ S_{w1} 、スイッチ S_{w3} 、およびスイッチ S_{w5} がオンされる。このとき、電圧 V_{ce1} は V_H であり、電圧 V_{dm1} は V_L であり、差動アンプ 121 の反転入力端子に印加される電圧 V_{s1} は V_M なので、コンデンサ C_s 、コンデンサ C_p 、およびコンデンサ $C_{p'}$ 間で、式 (1) で示される電荷が移動する。

$$25 \quad (C_s + C_p) (V_H - V_M) - C_p (V_M - V_L) \doteq C_s (V_H - V_M) \quad (1)$$

従って、差動アンプ 121 の出力電圧 V_{sns} は、式 (2) で示される。

$$V_{sn} = V_M - C_s (V_H - V_M) / C_{f1} \quad (2)$$

このように、センスアンプ部 21B のゲインは、金属電極 103 とシリコン基板 101 との間で形成される寄生容量 C_p に依存することなく決まるので、ダイナミックレンジを大きくすることができる。

そして、コンデンサ C_{h1} には、式 (2) で求められる電圧 V_{sns} が印加される。

(8) その後、スイッチ S_{w5} がオフされる。

(9) 次に、スイッチ S_{w6} がオンされ、コンデンサ C_{f2} の入力側（差動アンプ 122 の反転入力端子側）の電圧 V_{oi} が V_{OS} とされる。

(10) その後、スイッチ S_{w6} がオフされる。

10 (11) 次に、スイッチ S_{we} およびスイッチ S_{w7} がオンされる。このとき、コンデンサ C_{h1} からコンデンサ C_{f2} に移動する電荷は、 $(V_{OS} - V_{sns}) C_{h1}$ である。これにより、コンデンサ C_{f2} の出力側（差動アンプ 122 の出力端子側）の電圧 V_{oo} が決定し、コンデンサ C_{h2} に電荷が蓄積される。

そして、この電圧 V_{oo} がバッファアンプである差動アンプ 123 を介して、
15 出力端子 A_{out} に出力される。

次に、図 6 と図 7 のフローチャートを参照して、図 2 の指紋照合装置 1 における指紋登録処理を説明する。なお、この処理は、ユーザにより、指紋登録処理を開始する指令が行なわれ、かつ、指紋読み取りセンサ 21 に、ユーザの指が押圧されたとき開始される。

20 ステップ S1 において、指紋読み取りセンサ 21 は、指紋読み取りセンサ 21 に押圧され、接触された指の指紋の画像を読み取る。そして、読み取った指紋に対応する信号が、指紋読み取り用 LSI 51 に供給される。

ステップ S2 において、指紋読み取り用 LSI 51 は、指紋読み取りセンサ 21 から供給された指紋に対応する信号から、指紋の画像データを生成する。

25 ステップ S3 において、指紋読み取り用 LSI 51 は、生成した指紋の画像データを、256 階調のグレー画像データに変換し、変換した 256 階調のグレー画像データを CPU 52 に供給する。具体的には、図 8 に示されるような、128 画

素×128画素のグレイ画像200のデータが取得される。画像201は、画像200の中の96画素×96画素の画像である。

ステップS4において、CPU52は、変換されたグレイ画像データに対して、ノイズ除去や指紋隆線内の微少な傷を埋めるなどの前処理を実行する。前処理が行なわれた画像は、図9に示されるように、ノイズが除去された画像となる。

ステップS5において、CPU52は、前処理されたグレイ画像データを、所定の閾値で2値化し、2値化画像データに変換する。図10は、2値化画像を表わしている。

ステップS6において、CPU52は、細線化処理を行なう。具体的には、ステップS5の処理により得られた2値化画像のデータのうち、値が1である部分から線幅が1画素分の幅になるような中心線を抽出する処理が行なわれる。これにより、線幅が1画素分の幅となり、かつ、連結性が保持されるため、この後の指紋隆線の分岐点や端点を検出するのが容易になる。ステップS6の処理により細線化処理が行なわれた画像は、図11に示されるようになる。

ステップS7において、CPU52は、細線化処理された画像から、分岐点と端点をそれぞれ最大10個まで検出する。ステップS7の処理により検出された分岐点と端点は、図12に示されるようになる。検出される分岐点と端点は、実際には、図12の128画素×128画素の画像200のうち、96画素×96画素で示される画像201が対象となる。これにより抽出する分岐点と端点を減らすことができる。図12において、分岐点は、P1乃至P8（8個）とされ、分岐点P1乃至P8における座標は、それぞれ、P1（ x_{p1} , y_{p1} ）、P2（ x_{p2} , y_{p2} ）、P3（ x_{p3} , y_{p3} ）、P4（ x_{p4} , y_{p4} ）、P5（ x_{p5} , y_{p5} ）、P6（ x_{p6} , y_{p6} ）、P7（ x_{p7} , y_{p7} ）、およびP8（ x_{p8} , y_{p8} ）とされる。また、端点は、Q1乃至Q10（10個）とされ、端点Q1乃至Q10における座標は、それぞれ、Q1（ x_{q1} , y_{q1} ）、Q2（ x_{q2} , y_{q2} ）、Q3（ x_{q3} , y_{q3} ）、Q4（ x_{q4} , y_{q4} ）、Q5（ x_{q5} , y_{q5} ）、Q6（ x_{q6} , y_{q6} ）、Q7（ x_{q7} , y_{q7} ）、Q8（ x_{q8} , y_{q8} ）、Q9（ x_{q9} , y_{q9} ）、およびQ10（ x_{q10} , y_{q10} ）とされる。

7) , $Q_8 (x_{q8}, y_{q8})$, $Q_9 (x_{q9}, y_{q9})$ および $Q_8 (x_{q10}, y_{q10})$ とされる。

5 なお、いまの例の場合、CPU 52 は、検出する分岐点と端点を最大 10 個としたが、これに限らず、例えば、前もって決められた最大数のリミットとしてもよいし、10 個以上と設定してもよい。また、CPU 52 は、検出する分岐点と端点の対象を、96 画素 × 96 画素で示される画像 201 としたが、これに限らず、例えば、112 画素 × 112 画素で構成される画像とすることもできる。

ステップ S8 において、CPU 52 は、プログラム用 RAM/ROM 53 の RAM 部分に、検出した分岐点と端点の座標 (x, y) (すなわち、 $P_i (x_{pi}, y_{pi})$)
10 (ただし、 $i = 1, 2, \dots, 8$)、および $Q_i (x_{qi}, y_{qi})$ (ただし、 $i = 1, 2, \dots, 10$) を記憶させる。なお、この記憶は一時的なものであるので、(フラッシュメモリ 54 ではなく) プログラム用 RAM/ROM 53 の RAM 部分に記憶される。

ステップ S9 において、CPU 52 は、登録画像の中心である中心点 $C (i_n, j_n)$
15 を検出する。具体的には、図 12 に示されるように、画像 201 の縦軸の中心線と横軸の中心線が交差する点が登録画像の中心点とされる。ここで求める中心は、登録画像の中心であって、指紋の中心ではないので、迅速かつ簡単に求めることができる。なお、いまの例の場合、画像 200 は 128 画素 × 128 画素とされているので、CPU 52 は、あらかじめ設定されている点 (64, 64)
20 (または、(63, 63)) を中心点 C として検出する。

ステップ S10 において、CPU 52 は、ステップ S9 の処理により求めた登録画像の中心である中心点 $C (i_n, j_n)$ と、ステップ S7 の処理により検出した複数の分岐点の距離をそれぞれ演算する。いまの例の場合、中心点 C と分岐点 P_1 乃至 P_8 の間の距離がそれぞれ演算される。中心点 C と分岐点 P_1 の間の距離を L_{p1} とすると、中心点 C と分岐点 P_2 の間の距離は L_{p2} とされ、中心点
25 C と分岐点 P_3 の間の距離は L_{p3} とされる。以下、順次、中心点 C と P_4, P_5, \dots, P_8 間の距離が、 $L_{p4}, L_{p5}, \dots, L_{p8}$ とされる。

ステップS 1 1において、CPU 5 2は、ステップS 1 0の処理により演算した距離（中心点Cと分岐点P 1乃至P 8の間の距離）を短いものの順にソートする。いまの例の場合、中心からの距離は、 $L_{p1} < L_{p2} < L_{p3} < L_{p4} < L_{p5} < L_{p6} < L_{p7} < L_{p8}$ とされる。

- 5 ステップS 1 2において、CPU 5 2は、中心点C (i_n, j_n) と、ステップS 7の処理により検出した複数の端点の距離をそれぞれ演算する。いまの例の場合、中心点Cと端点Q 1乃至Q 1 0の間の距離がそれぞれ演算される。中心点Cと端点Q 1間の距離を L_{q1} とすると、中心点Cと端点Q 2の間の距離は L_{q2} とされ、中心点Cと端点Q 3の間の距離は L_{q3} とされる。以下、順次、中心点
- 10 CとQ 4, Q 5, ..., Q 1 0間の距離が $L_{q4}, L_{q5}, \dots, L_{q10}$ とされる。

- ステップS 1 3において、CPU 5 2は、ステップS 1 2の処理により演算した距離（中心点Cと端点Q 1乃至Q 1 0の間の距離）を短いものの順にソートする。いまの例の場合、中心からの距離は、 $L_{q1} < L_{q2} < L_{q3} < L_{q4} < L_{q5}$
- 15 $< L_{q6} < L_{q7} < L_{q8} < L_{q9} < L_{q10}$ とされる。

- ステップS 1 4において、CPU 5 2は、指紋の中心点C (i_n, j_n) （ステップS 9の処理により求めた中心点）に近い（いまの例の場合、最大1 0個までの）分岐点において、互いに最も近い3点を結ぶ3角形を全て作成する。なお、上述したように、いまの例の場合、CPU 5 2は、指紋の中心点に近い最大1 0個
- 20 までの分岐点において、互いに最も近い3点を結ぶ3角形を全て作成するとしているが、これに限らず、ステップS 7の処理により検出された分岐点の個数と対応して、変更させることもできる。

- 具体的には、CPU 5 2は、中心点C (i_n, j_n) に最も近い分岐点P 1 (x_{p1}, y_{p1}) （中心点Cからの距離 L_{p1} が最も小さいため、分岐点P 1が選
- 25 択される）と、分岐点P 1に最も近い2つの分岐点P 2 (x_{p2}, y_{p2}) およびP 3 (x_{p3}, y_{p3}) を結んで、図1 3に示されるような3角形W 1を作成する。

その後、CPU 5 2 は、中心点 C に 2 番目に近い分岐点 $P_2 (x_{p2}, y_{p2})$ (中心点 C からの距離 L_{p2} が 2 番目に小さいため、分岐点 P_2 が選択される) と、分岐点 P_2 に最も近い 2 つの分岐点 $P_1 (x_{p1}, y_{p1})$ および分岐点 $P_3 (x_{p3}, y_{p3})$ を結んで、3 角形を作成する。いまの場合、上述した 3 角形 W 1 と全く同じである。以下、全く同じ 3 角形が作成される場合、その記載は省略する。

これを順次繰り返すことにより、中心点 C に 3 番目に近い分岐点 P_3 と、分岐点 P_3 に最も近い 2 つの分岐点 P_2, P_4 を結んだ 3 角形 W 2、中心点 C に 4 番目に近い分岐点 P_4 と、分岐点 P_4 に最も近い 2 つの分岐点 P_3, P_7 を結んだ 3 角形 W 3、および、中心点 C に 5 番目に近い分岐点 P_5 と、分岐点 P_5 に最も近い 2 つの分岐点 P_6, P_8 を結んだ 3 角形 W 4 の 4 個の 3 角形が作成される

(中心点 C に 6 番目に近い分岐点 P_6 、中心点 C に 7 番目に近い分岐点 P_7 、および中心点 C に 8 番目に近い分岐点 P_8 に基づいて作成される 3 角形は、それぞれ、上述した 3 角形 W 1, W 2, W 3, または W 4 のいずれかと重複するため、省略している)。

このように、中心から近い順番に、各分岐点と、それに最も近い 2 つの分岐点により 3 角形を作成すると、例えば、1 つ目の 3 角形と 2 つ目の 3 角形、または 3 つ目の 3 角形が全く同じ分岐点により構成される場合も生じる。このことは、中心に近い分岐点から順番に、漏れることなく、各分岐点とそれに最も近い 2 つの分岐点において 3 角形を作成していることを示している。具体的には、中心点 $C (i_n, j_n)$ に最も近い分岐点 $P_1 (x_{p1}, y_{p1})$ と、分岐点 P_1 に最も近い 2 つの分岐点 $P_2 (x_{p2}, y_{p2})$ および $P_3 (x_{p3}, y_{p3})$ を結んで作成された 3 角形 W 1 と、中心点 C に 2 番目に近い分岐点 $P_2 (x_{p2}, y_{p2})$ と、分岐点 P_2 に最も近い 2 つの分岐点 $P_1 (x_{p1}, y_{p1})$ および分岐点 $P_3 (x_{p3}, y_{p3})$ を結んで作成された 3 角形は、3 角形 W 1 と全く同じであるが、このような 3 角形も、漏れることなく作成される。

ステップS 1 5において、CPU 5 2は、作成した複数の3角形の面積と辺の長さを計算する。いまの例の場合、作成された3角形は4個（3角形W 1，W 2，W 3，およびW 4）である（実際には、重複する3角形が作成されているため、4個以上の3角形が作成されているが、いまの例の場合では、異なる3角形は4
5 個とされる）ので、4個のそれぞれについて、面積と各辺の長さが計算される。これにより、3角形W 1については、3角形W 1の面積S 1、分岐点P 1と分岐点P 2（以下、このような場合、P 1 P 2のように記載する）間の距離、P 2 P 3間の距離、およびP 3 P 1間の距離が計算され、3角形W 2については、3角形W 2の面積S 2、P 2 P 3，P 3 P 4，およびP 4 P 2間の距離が計算され、
10 3角形W 3については、3角形W 3の面積S 3、P 3 P 4間の距離、P 4 P 7間の距離、およびP 7 P 3間の距離が計算され、3角形W 4については、3角形W 4の面積S 4、P 5 P 6間の距離、P 6 P 8間の距離、およびP 8 P 5間の距離（辺の長さ）が求められる。

ステップS 1.6において、CPU 5 2は、フラッシュメモリ 5 4に、それぞれの
15 3角形の面積と各辺の長さを登録テンプレートに記憶させる。このように面積と辺の長さの集合に過ぎないので、そのデータ量は少ない。

ステップS 1 7において、CPU 5 2は、それぞれの3角形の3点に最も近い端点の位置を計算する。具体的には、図1 3の例の場合、3角形W 1を構成する分岐点は、分岐点P 1，P 2およびP 3とされるので、CPU 5 2は、分岐点P 1に
20 最も近い端点Q 2（ x_{q2} ， y_{q2} ）、分岐点P 2に最も近い端点Q 1（ x_{q1} ， y_{q1} ）、および分岐点P 3に最も近い端点Q 1（ x_{q1} ， y_{q1} ）を検出し、それぞれの方向と距離（P 1 Q 2間の方向と距離、P 2 Q 1間の方向と距離、P 3 Q 1間の方向と距離）を計算する。なお、いまの例の場合、位置として、方向と距離を求めるようにしたが、少なくともいずれか1つとしてもよい。この処理
25 が繰り返され、3角形W 2についてP 3 Q 1間、P 2 Q 1間、P 4 Q 7間の方向と距離（以下、これを、位置とも称する）が求められ、3角形W 3についてP 3

Q 1 間、P 4 Q 7 間、および、P 7 Q 7 間の位置が求められ、3 角形W 4 についてP 5 Q 6 間、P 6 Q 6 間、およびP 8 Q 6 間の位置が求められる。

5 ステップS 1 8 において、CPU 5 2 は、ステップS 1 7 の処理により求めた端点の位置をそれぞれの3 角形の面積と各辺の長さ（ステップS 1 6 の処理により記憶した3 角形の面積と各辺の長さ）に関連付し、登録テンプレートとして記憶させる。いまの例の場合、3 角形W 1, W 2, W 3 およびW 4 の面積S 1, S 2, S 3, S 4、各辺（3 辺）の長さ（例えば、W 1 の場合、P 1 P 2 間の長さ、P 2 P 3 間の長さ、P 3 P 1 間の長さ）、端点の位置（3 角形W 1 の場合、P 1 Q 2 間の位置、P 2 Q 1 間の位置、P 3 Q 1 間の位置）がそれぞれ記憶される。なお、いまの例の場合、3 角形W 1 においてP 3 Q 1 の位置が求められ、3 角形W 2 においてもP 3 Q 1 の位置が求められる（同じ分岐点に対応する同じ端点との間の位置が求められる）ようになっているが、同じ点の位置については、計算を省略するようにしてもよい。

10 ステップS 1 9 において、CPU 5 2 は、USB コントローラ 5 5 を介して、図示せぬ外部の機器から供給された、指紋を読み取っている使用者のIDを取得し、フラッシュメモリ 5 4 に記憶されている登録テンプレート（ステップS 1 6 とステップS 1 8 の処理によりフラッシュメモリ 5 4 に記憶された登録テンプレート）に関連付けして記憶させる。

20 図6 と図7 の処理により、使用者のIDとともに、指紋画像から抽出した複数の3 角形の面積、各辺の長さ、特定の分岐点（3 角形を構成する分岐点）に対応する（に最も近接する）端点の位置（方向または距離）をその指紋の特徴として記憶させることができる。

 なお、ステップS 1 9 の使用者のIDを記憶させる処理は、認証登録処理を開始するとき、予め（ステップS 1 の前に）行なわれていてもよい。

25 次に、図1 4 乃至図1 7 のフローチャートを参照して、図2 の指紋照合装置1 における指紋照合処理を説明する。なお、この処理は、図6 と図7 の指紋登録処理が行なわれた後に実行される処理であり、指紋読み取りセンサ2 1 に、ユーザ

の指が押圧されたとき開始される。なお、ステップS 1 0 1乃至ステップS 1 1 3の処理は、上述した図6のステップS 1乃至ステップS 1 3と殆ど同様であるので、簡単に説明する。

5 ステップS 1 0 1において、指読み取りセンサ2 1は、指紋読み取りセンサ2 1に押圧され、接触された指の指紋の画像を読み取り、読み取った指紋の画像に対応する信号を、指紋読み取り用LSI 5 1に供給する。

ステップS 1 0 2において、指紋読み取り用LSI 5 1は、指紋読み取りセンサ2 1から供給された指紋に対応する信号から、指紋の画像データを生成する。

10 ステップS 1 0 3において、指紋読み取り用LSI 5 1は、生成した指紋の画像データを、2 5 6階調のグレー画像データに変換し、変換した2 5 6階調のグレー画像データをCPU 5 2に供給する。

ステップS 1 0 4において、CPU 5 2は、変換されたグレー画像データに対して、ノイズ除去や指紋隆線内の微少な傷を埋めるなどの前処理を実行する。具体的には、図1 8に示されるような、1 2 8画素×1 2 8画素のグレー画像3 0 0
15 のデータが生成される。画像3 0 1は、9 6画素×9 6画素の画像である。図1 8に示されるグレー画像と、図9のグレー画像2 0 0を比較すると、図9の画像に比べて指紋の位置が右上にずれている。

ステップS 1 0 5において、CPU 5 2は、前処理されたグレー画像データを、所定の閾値で2値化し、2値化画像データに変換する。図1 9は、2値化画像を
20 表わしている。

ステップS 1 0 6において、CPU 5 2は、細線化処理を行なう。これにより、図2 0に示されるような画像に変換される。

ステップS 1 0 7において、CPU 5 2は、細線化処理された画像から、分岐点と端点をそれぞれ最大1 0個まで検出する。この処理により検出された分岐点と
25 端点は、図2 1に示されるようになる。このとき、検出される分岐点と端点は、実際には、図2 1の1 2 8画素×1 2 8画素の画像3 0 0のうち、9 6画素×9

6の画素で示される画像301が対象となる。図21において、分岐点は、Pb1乃至Pb7（7個）とされ、端点は、Qb1乃至Qb10（10個）とされる。

5 なお、いまの例の場合、CPU52は、検出する分岐点と端点を最大10個としたが、上述した図6および図7の処理と同様に、これに限らず、例えば、前もって決められた最大数のリミットとしてもよいし、10個以上と設定してもよい。また、CPU52は、検出する分岐点と端点の対象を、96画素×96画素で示される画像301としたが、これに限らず、例えば、112画素×112画素で示される画像とすることもできる。

10 図13と図21を比較するに、図13の分岐点P1は図21の分岐点Pb1に対応しており、分岐点P2は分岐点Pb2に対応しており、分岐点P3は分岐点Pb5に対応しており、分岐点P4は分岐点Pb7に対応しており、分岐点P5は分岐点Pb3に対応しており、分岐点P6は分岐点Pb4に対応しており、分岐点P8は分岐点Pb6に対応している。すなわち、図13と図21では、取り込まれた画像の位置が異なるため（ユーザが指を置く位置は、その都度変化するため）、図13において検出された分岐点P7は、図21では検出されていない。

15 また、分岐点Pbiの座標は、分岐点Pbi (x p b i, y p b i)（ただし、 $i = 1, 2, \dots, 7$ ）とされ、端点Qbiの座標は端点Qbi (x q b i, y q b i)（ただし、 $i = 1, 2, \dots, 10$ ）とされる。

20 ステップS108において、CPU52は、プログラム用RAM/ROM53のRAM部分に、検出した分岐点と端点の座標(x, y)（すなわち、Pbi (x p b i, y p b i)（ただし、 $i = 1, 2, \dots, 7$ ）、およびQbi (x q b i, y q b i)（ただし、 $i = 1, 2, \dots, 10$ ））を記憶させる。なお、この記憶は一時的なものであるので、（フラッシュメモリ54ではなく）プログラム用RAM/ROM53のRAM部分に記憶される。

25 ステップS109において、CPU52は、指紋画像の中心点Cb (i n, j n)を検出する。なお、画像300は128画素×128画素とされているので、上述した図6のステップS9における場合と同様に、CPU52は、あらかじめ設

定されている点 (6 4, 6 4) (または、(6 3, 6 3)) を、中心点として検出するようにしてもよい。

ステップ S 1 1 0 において、CPU 5 2 は、ステップ S 1 0 9 の処理により求めた指紋画像の中心点 $C_b(i_n, j_n)$ とステップ S 1 0 7 の処理により検出した複数の分岐点の距離をそれぞれ演算する。いまの例の場合、中心点 C_b と分岐点 P_{b1} 乃至 P_{b7} の間の距離がそれぞれ演算される。中心点 C_b と分岐点 P_{b1} の間の距離を L_{pb1} とすると、中心点 C_b と分岐点 P_{b2} の間の距離は L_{pb2} とされ、中心点 C_b と分岐点 P_{b3} の間の距離は L_{pb3} とされる。以下、順次、中心点 C_b と P_{b4} , P_{b5} , \dots , P_{b7} 間の距離が、 L_{pb4} , L_{pb5} , \dots , L_{pb7} とされる。

ステップ S 1 1 1 において、CPU 5 2 は、ステップ S 1 1 0 の処理により演算した距離 (中心点 C_b と分岐点 P_{b1} 乃至 P_{b7} の間の距離) を短いものの順にソートする。いまの例の場合、中心からの距離は、 $L_{pb1} < L_{pb2} < L_{pb3} < L_{pb4} < L_{pb5} < L_{pb6} < L_{pb7}$ とされる。

ステップ S 1 1 2 において、CPU 5 2 は、中心点 $C_b(i_n, j_n)$ と、ステップ S 1 0 7 の処理により検出した複数の端点の距離をそれぞれ演算する。いまの例の場合、中心点 C_b と端点 Q_{b1} 乃至 Q_{b10} の間の距離がそれぞれ演算される。中心点 C_b と端点 Q_{b1} 間の距離を L_{qb1} とすると、中心点 C_b と端点 Q_{b2} の間の距離は L_{qb2} とされ、中心点 C_b と端点 Q_{b3} の間の距離は L_{qb3} とされる。以下、順次、中心点 C_b と Q_{b4} , Q_{b5} , \dots , Q_{b10} 間の距離が L_{qb4} , L_{qb5} , \dots , L_{qb10} とされる。

ステップ S 1 1 3 において、CPU 5 2 は、ステップ S 1 2 の処理により演算した距離 (中心点 C と端点 Q_1 乃至 Q_8 の間の距離) を短いものの順にソートする。いまの例の場合、中心からの距離は、 $L_{qb1} < L_{qb2} < L_{qb3} < L_{qb4} < L_{qb5} < L_{qb6} < L_{qb7} < L_{qb8} < L_{qb9} < L_{qb10}$ とされる。

ステップ S 1 1 4 において、CPU 5 2 は、指紋の中心点 $C_b(i_n, j_n)$ (ステップ S 1 0 9 の処理により求めた中心点) に最も近い分岐点と、その分岐

点から最も近い分岐点を2点検出し、その3点を結ぶ3角形を作成する。具体的には、図21の例の場合、CPU52は、中心点 C_b に最も近い分岐点 P_{b1} と、分岐点 P_{b1} から最も近い分岐点 P_{b2} 、および分岐点 P_{b5} を結ぶ3角形 W_{b1} を作成する。すなわち、CPU52は、中心点 $C_b(i_n, j_n)$ に最も近い分岐点 $P_{b1}(x_{pb1}, y_{pb1})$ （中心点 C_b からの距離 L_{pb1} が最も小さいため、分岐点 P_{b1} が選択される）と、分岐点 P_{b1} に最も近い2つの分岐点 $P_{b2}(x_{pb2}, y_{pb2})$ および分岐点 $P_{b5}(x_{pb5}, y_{pb5})$ の3点を結んで、3角形 W_{b1} を作成する。

なお、図21の例の場合、3角形 W_1 は3角形 W_{b1} に対応しており、3角形 W_2 は3角形 W_{b3} （このフローチャートでは作成されないが、3角形を全て作成した場合、3角形 W_{b3} が作成される）に対応しており、3角形 W_4 は後述する3角形 W_{b2} に対応している。すなわち、図13の3角形 W_3 は図21では作成されない。

ステップS115において、CPU52は、ステップS114の処理により作成した3角形 W_{b1} （分岐点 P_{b1} 、 P_{b2} および P_{b5} からなる3角形 W_{b1} ）の面積 S_{b1} を計算する。

ステップS116において、CPU52は、フラッシュメモリ54に記憶されている登録テンプレートを読み出す。

ステップS117において、CPU52は、登録テンプレート（指紋登録処理（図6と図7の処理）によりフラッシュメモリ54に記憶された登録テンプレート）に、いま計算した3角形 W_{b1} の面積 S_{b1} と一致する面積を有する登録テンプレートがあるか否かを判定する。指紋は、周辺環境、または体調などによりある程度変形するため、CPU52は、許容範囲を設け、完全に一致しない場合においても、許容範囲内の（すなわち、照合閾値より小さい）値であれば、一致するように判定する。いまの例の場合、図21の3角形 W_{b1} は、図7のステップS15の処理において求められた図13の3角形 W_1 と対応しているので、その面積 S_{b1} と S_1 は一致すると判定される。

ステップS 1 1 7において、3 角形W b 1の面積S b 1と一致する（面積が一致する3 角形が、登録テンプレートにある）と判定された場合、ステップS 1 1 8において、CPU 5 2は、3 角形W b 1の辺の長さを計算する。具体的には、P b 1 P b 2間の長さ、P b 2 P b 5間の長さ、P b 5 P b 1間の長さが計算される。なお、この長さは、ステップS 1 1 4において、面積と同時に計算するようにしてもよい。

ステップS 1 1 9において、CPU 5 2は、ステップS 1 1 7の処理により一致すると判定された、登録テンプレートに登録されている3 角形（いまの例の場合、3 角形W 1）を構成する3辺の長さと、ステップS 1 1 8の処理により計算した3辺の長さ（いまの例の場合、3 角形W b 1の3辺の長さ）が一致するか否かを判定する。いまの例の場合、3 角形W 1に対応するP 1 P 2間の長さ、P 2 P 3間の長さ、およびP 3 P 1間の長さ（図7のステップS 1 6の処理により記憶された辺の長さ）と、ステップS 1 1 8の処理により計算した3辺の長さP b 1 P b 2間、P b 2 P b 5間、およびP b 5 P b 1間の長さが一致するか否かが判定される。勿論、CPU 5 2は、許容範囲を設け、完全に一致しない場合においても、許容範囲内の（すなわち、照合閾値より小さい）値であれば、一致するように判定する。3 角形W 1と3 角形W b 1を構成するそれぞれの分岐点P 1と分岐点P b 1、分岐点P 2と分岐点P b 2、および分岐点P 3と分岐点P b 5は対応しているので、勿論、一致すると判定される。

ステップS 1 1 9において、3辺の長さが一致すると判定された場合、ステップS 1 2 0において、CPU 5 2は、その3 角形（いまの場合、ステップS 1 1 4の処理により作成した3 角形W b 1）を構成する3個の分岐点（分岐点P b 1、分岐点P b 2、および分岐点P b 5）のそれぞれに最も近い端点を検索する。いまの例の場合、分岐点P b 1に最も近い端点Q b 3（ x_{qb3} , y_{qb3} ）、分岐点P b 2に最も近い端点Q b 7（ x_{qb7} , y_{qb7} ）、および分岐点P b 5に最も近い端点Q b 7（ x_{qb7} , y_{qb7} ）が検索される。

ステップS 1 2 1において、CPU 5 2は、ステップS 1 2 0の処理により検索した端点の位置を計算する。具体的には、P b 1 Q b 3間の位置、P b 2 Q b 7間の位置、P b 5 Q b 7間の位置が計算される。

ステップS 1 1 8の辺の長さの計算とステップS 1 2 0, S 1 2 1の端点の検索と位置の計算は、ステップS 1 1 5において、面積の計算時にまとめて行なうこともできる。ただし、面積が一致しなければ、後の2つの計算は不要となり、辺の長さが一致しなければ、端点の検索と位置の計算は不要となるので、前の条件の判定後、順次計算した方が、計算量が少なくて済み、結果的に迅速な判定が可能になる。

ステップS 1 2 2において、CPU 5 2は、ステップS 1 1 7の処理により一致すると判定された3角形を構成する3点の分岐点と、それぞれの分岐点に最も近い端点との位置と、ステップS 1 2 1の処理により計算したP b 1 Q b 3間の位置、P b 2 Q b 7間の位置、および、P b 5 Q b 7間の位置を比較する。いまの例の場合、3角形W 1を構成する3点の分岐点P 1, P 2およびP 3と、それぞれの分岐点に最も近い端点との位置、すなわち、図7のステップS 1 8の処理により記憶されたP 1 Q 2間の位置、P 2 Q 1間の位置、および、P 3 Q 1間の位置)と、ステップS 1 2 1の処理により計算したP b 1 Q b 3間の位置、P b 2 Q b 7間の位置、および、P b 5 Q b 7間の位置が比較される。

ステップS 1 2 3において、CPU 5 2は、ステップS 1 2 2の処理により比較した、3角形を構成する3個の分岐点と、3個の分岐点にそれぞれ最も近い端点との位置が一致するか否かを判定する。いまの例の場合、P 1 Q 2間、P 2 Q 1間、およびP 3 Q 1間の位置と、P b 1 Q b 3間の位置、P b 2 Q b 7間の位置、および、P b 5 Q b 7間の位置が一致するか否かが判定される。3角形W b 1により求められるP b 1 Q b 3、P b 2 Q b 7、およびP b 5 Q b 7は、それぞれ、3角形W 1により求められるP 1 Q 2、P 2 Q 1、およびP 3 Q 1に対応しているので、一致すると判定される。なお、勿論、所定の範囲内の(すなわち、照合閾値より小さい)誤差は、一致すると判定される。一致すると判定された場合、

処理はステップ S 1 2 4 に進み、CPU 5 2 は、カウンタに 1 を加える（1 だけインクリメントされる）。いまの例の場合、カウンタの値（初期値は 0 とされている）は 1 とされる。

5 ステップ S 1 2 5 において、CPU 5 2 は、カウンタの値が 2 であるか否かを判定する。カウンタの値は、作成された 1 つの 3 角形の面積、辺の長さ、それぞれの分岐点と端点との間の位置が全て一致した場合に加えられる。いまの例の場合、カウンタの値は 1 とされる（1 つの 3 角形について認証ができたとされる）ので、

10 ステップ S 1 2 6 において、CPU 5 2 は、次の 3 角形が作成できるか否かを判定する。すなわち、次に中心点 C b に近い分岐点と、その分岐点に最も近い 2 つの分岐点を結んで、いままでに作成した 3 角形と異なる 3 角形が作成できるか否かが判定される。いまの例の場合、2 番目（分岐点 P 1 の次）に中心点 C b に近い分岐点は P 2 であり、分岐点 P 2 により作成される 3 角形は、3 角形 W b 1 と同じであるため新しい 3 角形は作成できないが、3 番目に中心点 C b に近い分岐点 P 3 を用いて作成する 3 角形 W b 2 が作成できるため、次の 3 角形は作成でき

15 と判定される。

ステップ S 1 2 6 において、次の 3 角形が作成できると判定された場合、ステップ S 1 2 7 に進み、CPU 5 2 は、次の 3 角形を作成する。すなわち、ステップ S 1 0 7 の処理により、図 2 1 から分岐点 P b 1 乃至 P b 7 と端点 Q b 1 乃至 Q b 1 0 が検出されているので、CPU 5 2 は、図 6 のステップ S 1 4 の処理と同様

20 にして、3 番目に中心点 C b に距離が近い分岐点 P b 3 と、分岐点 P b 3 に最も近い 2 個の分岐点 P b 4、および分岐点 P b 6 を結ぶ 3 角形 W b 2 を作成する。

上述したように、ステップ S 1 2 6 の処理では、2 番目に中心点 C b に距離が近い分岐点 P b 2 により構成される 3 角形も作成されるが、分岐点 P b 2 と、分岐点 P b 2 に最も近い 2 点の分岐点は、分岐点 P b 1 と P b 5 とされ、3 角形 W b

25 1 と同じとなるので、その後、3 番目に中心点 C b に近い分岐点 P b 3 により構成される 3 角形が作成される。

その後、処理はステップS 1 1 5に戻り、CPU 5 2は、ステップS 1 2 7の処理により作成した3 角形（いまの例の場合、W b 2）の面積を計算する。以下、同様の処理が繰り返され、いまの例の場合、3 角形W b 2と登録テンプレートに登録されている図 1 3 の3 角形W 4が対応しているので、ステップS 1 1 7、ステップS 1 1 9、およびステップS 1 2 3の処理は、全て、YES（一致する）と判定される。

その結果、ステップS 1 2 4において、カウンタに1が加えられる。いまの例の場合、カウンタの値は2とされる。

ステップS 1 2 5において、CPU 5 2は、カウンタの値が2であるか否かを判定する。いまの例の場合、カウンタの値は2である（3 角形W b 1が3 角形W 1と一致し、3 角形W b 2と3 角形W 4が一致するため）と判定される。カウンタの値が2ということは、指紋画像の分岐点により作成される異なる2つの3 角形において、3 角形の面積、辺の長さ、それぞれの分岐点と端点との間の位置が登録テンプレートと全て一致していることを示している。カウンタの値が2であると判定された場合、ステップS 1 2 9に進み、CPU 5 2は、認証できた（すなわち、登録した使用者といま照合している使用者が一致する）ことを表わす信号を出力し、処理を終了する。照合の結果は、本体部 1 1 のランプ 2 2 とランプ 2 3 により点灯される。

ステップS 1 1 7において面積が一致しないと判定された場合、ステップS 1 1 9において長さが一致しないと判定された場合、ステップS 1 2 3において端点の位置が一致しないと判定された場合、または、ステップS 1 2 5においてカウンタの値が2ではないと判定された場合（すなわち、1つの3 角形について、3 角形の面積、辺の長さ、およびそれぞれの分岐点と端点との間の位置のうち、少なくともいずれか1つが一致しないと判定された場合）、ステップS 1 2 6に進み、次の3 角形が作成できるか否かが判定される。次の3 角形が作成できないことは、ステップS 1 0 7の処理により検出された分岐点P b 1乃至P b 7を全て使用して、過去に作成した3 角形と重複しない3 角形を作成し終えたことを意

味する。次の3角形が作成できないと判定された場合、ステップS 1 2 8に進み、CPU 5 2は、認証できなかった（すなわち、登録した使用者といま照合している使用者が一致しない）ことを表わす信号を出力し、処理を終了する。照合の結果は、本体部 1 1 のランプ 2 2 とランプ 2 3 により点灯される。

- 5 図 1 4 乃至図 1 7 の処理により、分岐点により求められる3角形の面積、3辺の長さ、3個の分岐点に最も近接するそれぞれの端点の位置により、指紋の照合を行なうことができる。また、取得した指紋画像の中心を求めて、中心に近い分岐点から3角形を順次生成することにより、一致する登録テンプレートを早く検索することができる。
- 10 ユーザは、指を指紋読み取りセンサ 2 1 上に置くとき、指の中心を指紋読み取り用センサ 2 1 の中心に合わせようとする。そして、指の向きはその都度異なるので、中心から遠い位置の画像程、登録画像と異なる画像となる可能性が高くなる。従って、一致する画像であれば、中心から判定を進めていくことにより、一致するとの判定結果を早く得ることができる。
- 15 また、異なる3角形の場合、辺の長さと端点の位置に較べて、面積が一致する可能性の方が低い。従って、面積を先に判定した方が、無駄な判定の回数が減り、迅速な判断ができる。
- 20 2つの3角形において全て一致する場合（ステップS 1 2 5においてYESと判定される場合）に、認証できたことにするのは（全ての3角形において一致する場合に、認証できたことにしないのは）、指紋読み取り用センサ 2 1 に押圧され、取得される指紋画像に、最大約3ミリのずれが生じるためである（指を置く毎に変化し易いためである）。すなわち、指紋画像にずれが生じることにより、作成される3角形が一部異なるためである（例えば、図 2 1 の例の場合、図 1 3 の3角形W 3 に対応する3角形は作成されない）。
- 25 例えば、図 1 4 のステップS 1 0 4 の処理により得られた、前処理されたグレイ画像が、図 2 2 に示されるような画像である場合（勿論、同一の指から取得さ

れた指紋画像データとされる)、図9の登録画像(図6のステップS4の処理により取得された前処理されたグレー画像)と比較して、大幅に左下にずれている。

図22に示されるグレー画像は、2値化処理(ステップS105の処理)により、図23に示されるように変換され、さらに、細線化処理(ステップS106の処理)により、図24に示されるように変換される。そして、分岐点と端点の検出(ステップS107の処理)により、図25に示されるようになる。図25においては、図21の場合と同様に分岐点をそれぞれPb1乃至Pb7(図25の例の場合は、分岐点は7個しか検出されない)、端点がそれぞれQb1乃至Qb10、中心点がCbとそれぞれ設定される。

図13と図25を比較するに、図13の分岐点P1は図25の分岐点Pb3に対応しており、分岐点P2は分岐点Pb2に対応しており、分岐点P3は分岐点Pb1に対応しており、分岐点P4は分岐点Pb6に対応しており、分岐点P7は分岐点Pb5に対応している。すなわち、図13と図25では、取り込まれた画像の位置が異なるため、図13において検出された分岐点P5、分岐点P6および分岐点P8は、図25において検出されない。その代わり、図25においては、図13において検出されなかった分岐点である分岐点Pb4および分岐点Pb7が検出される。

CPU52は、指紋画像の中心点Cbを求めた後(ステップS109の処理の後)、または、予め設定されている中心点Cbを読み出した後、中心点Cbと分岐点Pb1乃至Pb7の距離を短いものの順にソートし(ステップS111)、さらに、中心点Cbと端点Qb1乃至Qb10の距離を短いものの順にソートし(ステップS113)、3角形を作成する(ステップS114の処理)。図25の例の場合、ステップS114またはステップS127により、2個の3角形(3角形Wb1と3角形Wb2)が順次作成される。もし、順次、作成可能な全ての3角形が作成されたとしたら、図25の例の場合、作成される3角形は、順番に、分岐点Pb1、分岐点Pb2、および分岐点Pb6の3個を結ぶ3角形Wb1、分岐点Pb2、分岐点Pb1、および分岐点Pb3の3個を結ぶ3角形W

b 2、分岐点 P b 4、分岐点 P b 5、および分岐点 P b 7 の 3 個を結ぶ 3 角形 W b 3、分岐点 P b 6、分岐点 P b 1、および分岐点 P b 5 の 3 個を結ぶ W b 4、並びに、分岐点 p b 7、分岐点 P b 5、および分岐点 P b 6 の 3 個を結ぶ W b 5 の 5 個の 3 角形が作成される（勿論、この 5 個の 3 角形と重複する 3 角形も作成されている）。すなわち、図 2 1 の 3 角形 W b 3 と 3 角形 W b 5 に対応する 3 角形は、図 1 3 に示される指紋画像では作成されない（すなわち、登録テンプレートにも登録されていないため、3 角形 W b 3 と W b 5 においては、一致しないと判定される）。

そこで、図 1 4 乃至 2 0 に示されるように、全てではなく、そのうちの複数個としての 2 個の 3 角形が一致する場合に、認証できたと判定するような処理にすることにより、正確に照合することができる。逆に、その数を 1 個としてしまうと、第 3 者の指が誤認証される恐れが高くなる。

登録された指紋画像が本人のものであるにもかかわらず、正しく照合されない確率を FRR (False Rejection Rate : 本人拒否率) といい、登録された指紋画像が任意の他人のものであっても、照合されてしまう確率を FAR (False Acceptance Rate ; 他人受け入れ率) という。FAR が高い指紋照合装置は、他人が本人に成りすますことが容易となり、セキュリティの質が低い指紋照合装置である。

照合閾値を高くする（一致するとみなす誤差の範囲を大きくしたり、一致する 3 角形の数の基準値（2 個）をもっと大きくする）ことにより、FAR を下げることが可能となる。しかしながら、その場合、照合の可否は、照合時の環境（例えば、取得した指紋画像に混入されてしまうノイズなど）の変化の影響などを強く受けてしまい、本人であるにもかかわらず照合されない場合が増えてしまう（すなわち、FRR が高くなる）ため、ユーザの利便性が失われてしまう。そこで、照合閾値は、FRR と FAR の両方のバランスを図る値に設定する必要がある。

以上の処理により、指紋画像の分岐点と端点を検出し、指紋画像の中心点からの距離に基づいて、分岐点（または端点）から近接する 3 個を結ぶ 3 角形を作成

し、作成した 3 角形の面積、3 辺の長さ、および 3 つの分岐点にそれぞれ最も近い端点との位置（距離または方向）を登録することにより指紋の照合を行なうようにしたので、保存する情報量（登録テンプレートサイズ）を従来より大幅に小さくすることができ、もって、メモリの容量を減らすことが可能となる。

- 5 また、簡単な登録データ（3 角形の面積、3 辺の長さ、および 3 つの分岐点にそれぞれ最も近い端点との位置）を用いるため、照合画像の位置や回転補正をする必要もなく、簡単な処理により、容易に照合を行なうことができ、もって処理速度を速くすることができる。

さらに、指紋照合の精度を向上させることができる。

- 10 また、中心点との距離に基づいて、分岐点と端点をソートし、そのソートした結果から順番に、分岐点または端点を検索するようにしたので、最も近い他の分岐点や端点を迅速に特定することができる。

なお、以上の例においては、3 個の分岐点の最も近いそれぞれの端点の距離と方向を位置として登録し、指紋の照合をするようにしたが、距離と方向の少なくとも一方でよい。

- 15 なお、指紋画像の分岐点および端点の位置は、取得された指紋画像の左上からソートするようにしてもよいが、指紋読み取り用センサ 21 に押圧され、取得される指紋画像は、最大約 3 ミリのずれが生じる（指を置く毎に変化し易い）。このため、指紋画像の中心点を求め、中心点に対する分岐点と端点の位置を求めることにより一致する登録テンプレートを検索し易くすることが可能となる。

20 なお、以上の例においては、3 つの分岐点により 3 角形を作成するようにしたが、端点により 3 角形を作成するようにしてもよい。この場合、端点により 3 角形が作成され、3 角形を構成する辺の距離、および 3 角形を構成する 3 つの端点にそれぞれ最も近い分岐点との間の位置が求められる。

- 25 なお、以上の例においては、3 つの分岐点により 3 角形を作成し、記憶するようにしたが、これに限らず、4 角形以上の多角形とすることも可能である。ただ

し、3角形にする場合の方が、FARとFRRを低くすることができ、最も正確、かつ迅速な判定が可能となる。

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

この記録媒体は、図3に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク71（フレキシブルディスクを含む）、光ディスク72（CD-ROM（Compact Disc-Read Only Memory）、DVD（Digital Versatile Disc）を含む）、光磁気ディスク73（MD（Mini-Disc）（商標）を含む）、若しくは半導体メモリ74などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているプログラム用RAM/ROM53や、ハードディスクなどで構成される。

なお、上述した一連の処理を実行させるプログラムは、必要に応じてルータ、モデムなどのインタフェースを介して、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の通信媒体を介してコンピュータにインストールされるようにしてもよい。

また、本明細書において、記録媒体に格納されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

25

産業上の利用可能性

以上の如く、第 1 の本発明によれば、指紋照合に使用される情報量を小さくすることができる。記憶装置を小型化し、低コスト化することができる。従って、小型の装置への適用が可能となる。

第 2 の本発明によれば、指紋照合を行なうことができる。特に、小さい情報量
5 で指紋照合することができる。また、指紋照合の処理速度を速くすることができる。さらに、指紋照合の精度を向上させることができる。

請求の範囲

1. 指紋画像を処理する情報処理装置において、
前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第1の特徴点を検出する第1の検出手段と、
- 5 複数の前記第1の特徴点のうち、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する第1の作成手段と、
前記第1の作成手段により作成された前記3角形の面積と辺の長さを計算する第1の計算手段と、
前記第1の計算手段により計算された前記3角形の面積と辺の長さを記憶する
10 記憶手段と
を備えることを特徴とする情報処理装置。
2. 前記指紋画像の中心である中心点を検出する第2の検出手段と、
前記第2の検出手段により検出された前記中心点と複数の前記第1の特徴点の間の距離に基づいて、前記第1の特徴点をソートするソート手段と
15 をさらに備え、
前記第1の作成手段は、ソートされた前記第1の特徴点を利用して、近接する任意の3個を結ぶ3角形を作成する
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報処理装置。
3. 前記第1の検出手段は、前記分岐点と前記端点のうちの他方である第2の
20 特徴点をさらに検出し、
1つの前記3角形を構成する3つの前記第1の特徴点をそれぞれ第1の点、第2の点、および第3の点とするとき、前記第1の点と前記第1の点に最も近い前記第2の特徴点である第4の点、前記第2の点と前記第2の点に最も近い前記第2の特徴点である第5の点、および、前記第3の点と前記第3の点に最も近い前記第2の特徴点である第6の点の、それぞれの距離と方向の少なくともいずれか
25 一方を計算する第2の計算手段をさらに備え、

前記記憶手段は、前記第 2 の計算手段により計算された、前記第 1 の点と前記第 4 の点、前記第 2 の点と前記第 5 の点、および前記第 3 の点と前記第 6 の点のそれぞれの距離と方向の少なくともいずれか一方をさらに記憶する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の情報処理装置。

- 5 4. 前記指紋画像の中心である中心点を検出する第 2 の検出手段と、
前記第 2 の検出手段により検出された前記中心点と複数の前記第 1 の特徴点の間の距離に基づいて、前記第 2 の特徴点をソートするソート手段と
をさらに備え、

- 10 前記第 2 の計算手段は、ソートされた前記第 2 の特徴点を利用して、前記第 1 の点乃至前記第 3 の点に対応する前記第 4 の点乃至前記第 6 の点の距離と方向の少なくともいずれか一方を計算する

ことを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の情報処理装置。

5. 照合対象の指紋画像から指紋の前記第 1 の特徴点を検出する第 2 の検出手段と、
15 前記照合対象の指紋画像の指紋の複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 2 の作成手段と、
前記第 2 の作成手段により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 2 の計算手段と、
前記記憶手段により記憶された、前記 3 角形の面積と辺の長さ、並びに、前記
20 第 2 の計算手段により計算された、前記照合対象の指紋画像の前記 3 角形の面積と辺の長さを比較する比較手段と

をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の情報処理装置。

6. 指紋画像を処理する情報処理装置の情報処理方法において、
前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出す
25 る第 1 の検出ステップと、
複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成ステップと、

前記第 1 の作成ステップの処理により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、

前記第 1 の計算ステップの処理により計算された前記 3 角形の面積と辺の長さの記憶を制御する記憶制御ステップと

5 を含むことを特徴とする情報処理方法。

7. 指紋画像を処理するプログラムであって、

前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出ステップと、

複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する

10 第 1 の作成ステップと、

前記第 1 の作成ステップの処理により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、

前記第 1 の計算ステップの処理により計算された前記 3 角形の面積と辺の長さの記憶を制御する記憶制御ステップと

15 を含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

8. 指紋画像を処理するプログラムであって、

前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出ステップと、

20 複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成ステップと、

前記第 1 の作成ステップの処理により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、

前記第 1 の計算ステップの処理により計算された前記 3 角形の面積と辺の長さ
25 の記憶を制御する記憶制御ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

9. 指紋画像を処理する情報処理装置において、

照合対象の前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出手段と、

複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成手段と、

- 5 前記第 1 の作成手段により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算手段と、

前記第 1 の計算手段により計算された照合対象の前記指紋画像の前記 3 角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている前記指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さと比較する比較手段と

- 10 を備えることを特徴とする情報処理装置。

10. 前記第 1 の検出手段は、前記分岐点と前記端点のうちの他方である第 2 の特徴点をさらに検出し、1 つの前記 3 角形を構成する 3 つの前記第 1 の特徴点をそれぞれ第 1 の点、第 2 の点、および第 3 の点とするとき、前記第 1 の点と前記第 1 の点に最も近い第 2 の特徴点である第 4 の点、前記第 2 の点と前記第 2 の点
- 15 点に最も近い第 2 の特徴点である第 5 の点、および、前記第 3 の点と前記第 3 の点に最も近い第 2 の特徴点である第 6 の点のそれぞれの距離と方向の少なくともいずれか一方を計算する第 2 の計算手段をさらに備え、

- 前記比較手段は、前記第 1 の計算手段と前記第 2 の計算手段により計算された照合対象の前記指紋画像の前記 3 角形の面積と辺の長さ、並びに前記第 1 の点に
- 20 対する前記第 4 の点、前記第 2 の点に対する前記第 5 の点、および前記第 3 の点に対する前記第 6 の点のそれぞれの距離と方向の少なくともいずれか一方と、記憶されている前記指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さ、並びに照合対象の指紋画像の前記第 1 の点に対する前記第 4 の点、前記第 2 の点に対する前記第 5 の点、および前記第 3 の点に対する前記第 6 の点のそれぞれの距離と方向の少なくとも
- 25 いずれか一方を比較する

ことを特徴とする請求の範囲第 9 項に記載の情報処理装置。

11. 指紋画像を処理する情報処理装置の情報処理方法において、

照合対象の前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出ステップと、

複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成ステップと、

- 5 前記第 1 の作成ステップの処理により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、

前記第 1 の計算ステップの処理により計算された照合対象の前記指紋画像の前記 3 角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている前記指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さと比較する比較ステップと

- 10 を含むことを特徴とする情報処理方法。

1 2. 指紋画像を処理するプログラムであって、

照合対象の前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出ステップと、

- 15 複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成ステップと、

前記第 1 の作成ステップの処理により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、

- 20 前記第 1 の計算ステップの処理により計算された照合対象の前記指紋画像の前記 3 角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている前記指紋画像の 3 角形の面積と辺の長さと比較する比較ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

1 3. 指紋画像を処理するプログラムであって、

- 25 照合対象の前記指紋画像から指紋の分岐点と端点のうち一方である第 1 の特徴点を検出する第 1 の検出ステップと、

複数の前記第 1 の特徴点のうち、近接する任意の 3 個を結ぶ 3 角形を作成する第 1 の作成ステップと、

前記第 1 の作成ステップの処理により作成された前記 3 角形の面積と辺の長さを計算する第 1 の計算ステップと、

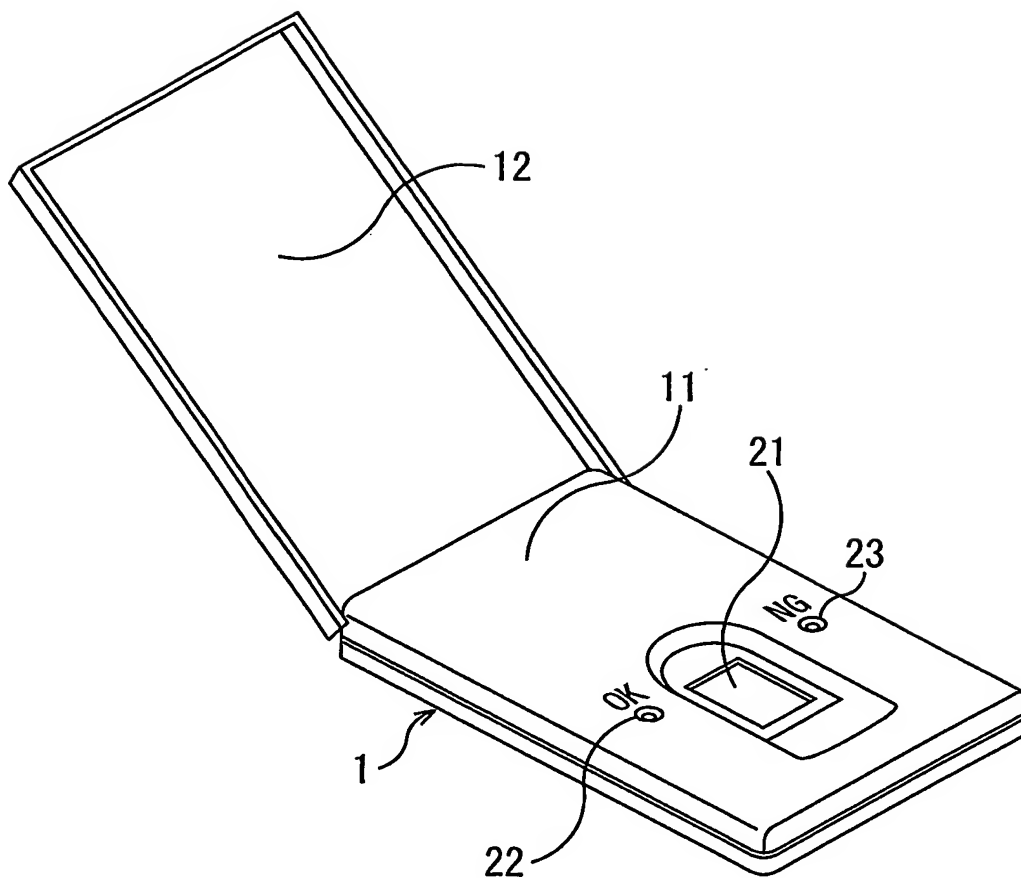
前記第 1 の計算ステップの処理により計算された照合対象の前記指紋画像の前記 3 角形の面積と辺の長さを、予め記憶されている前記指紋画像の 3 角形の面積

5 と辺の長さと比較する比較ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

1/25

図 1



2/25

図 2

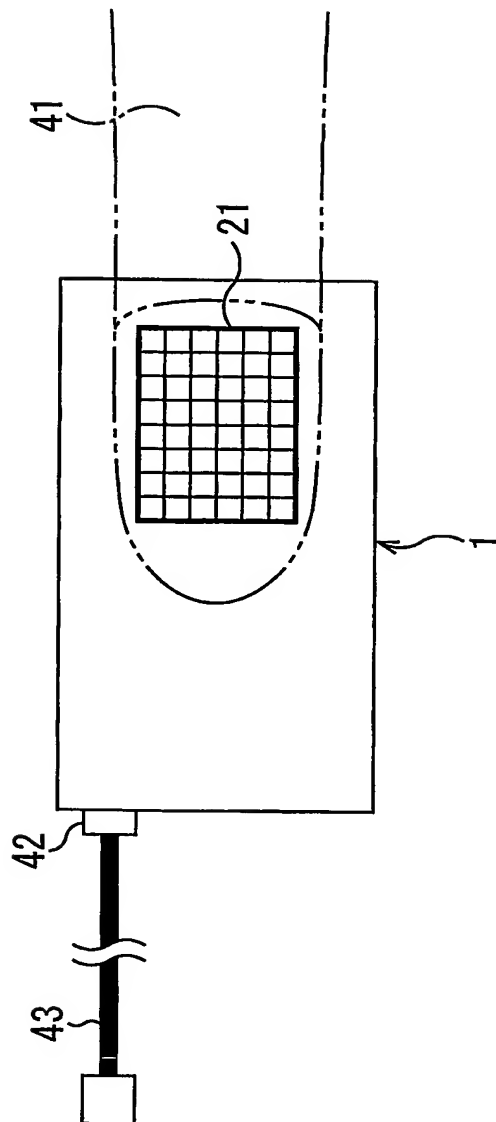


図 3

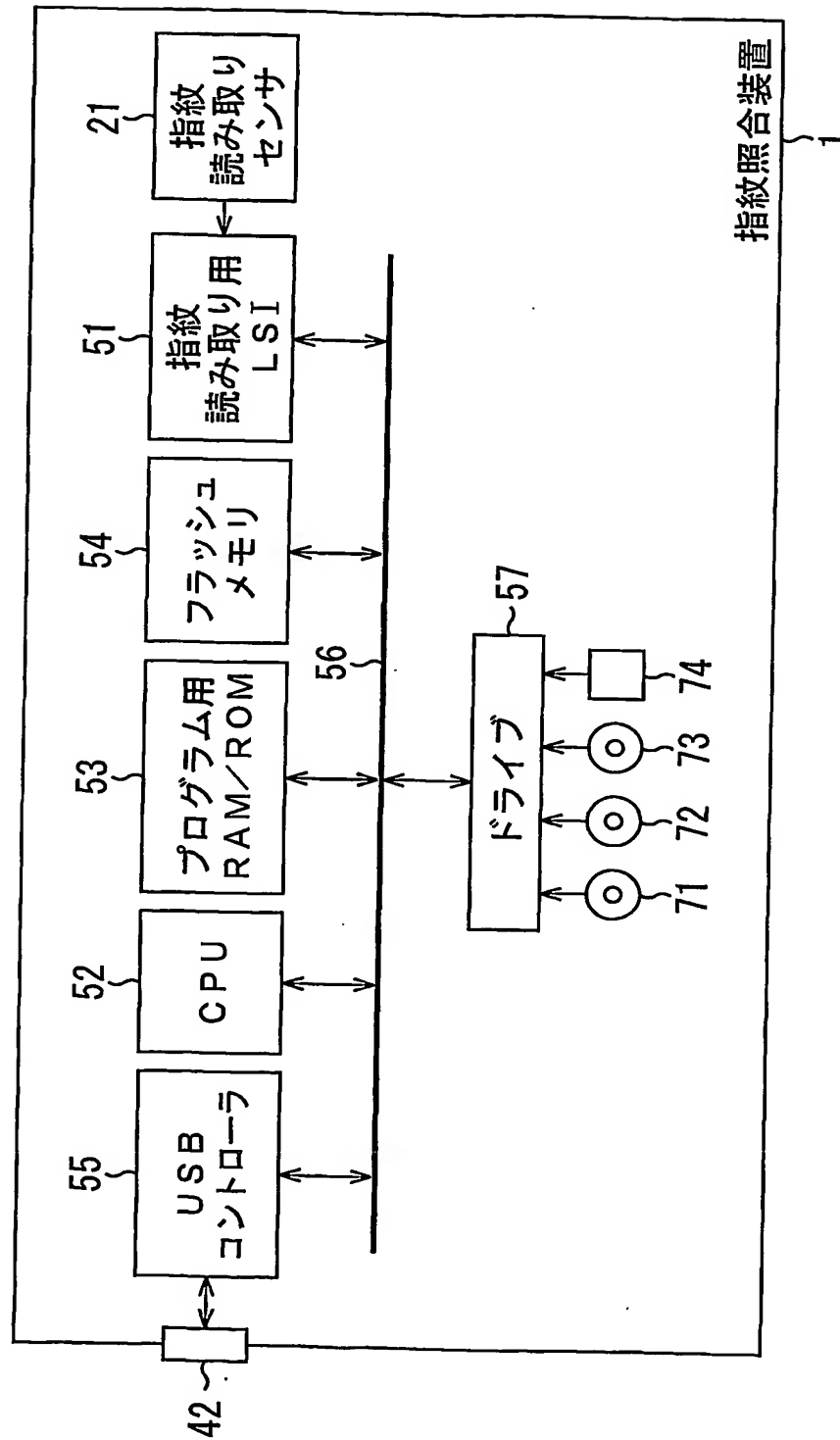
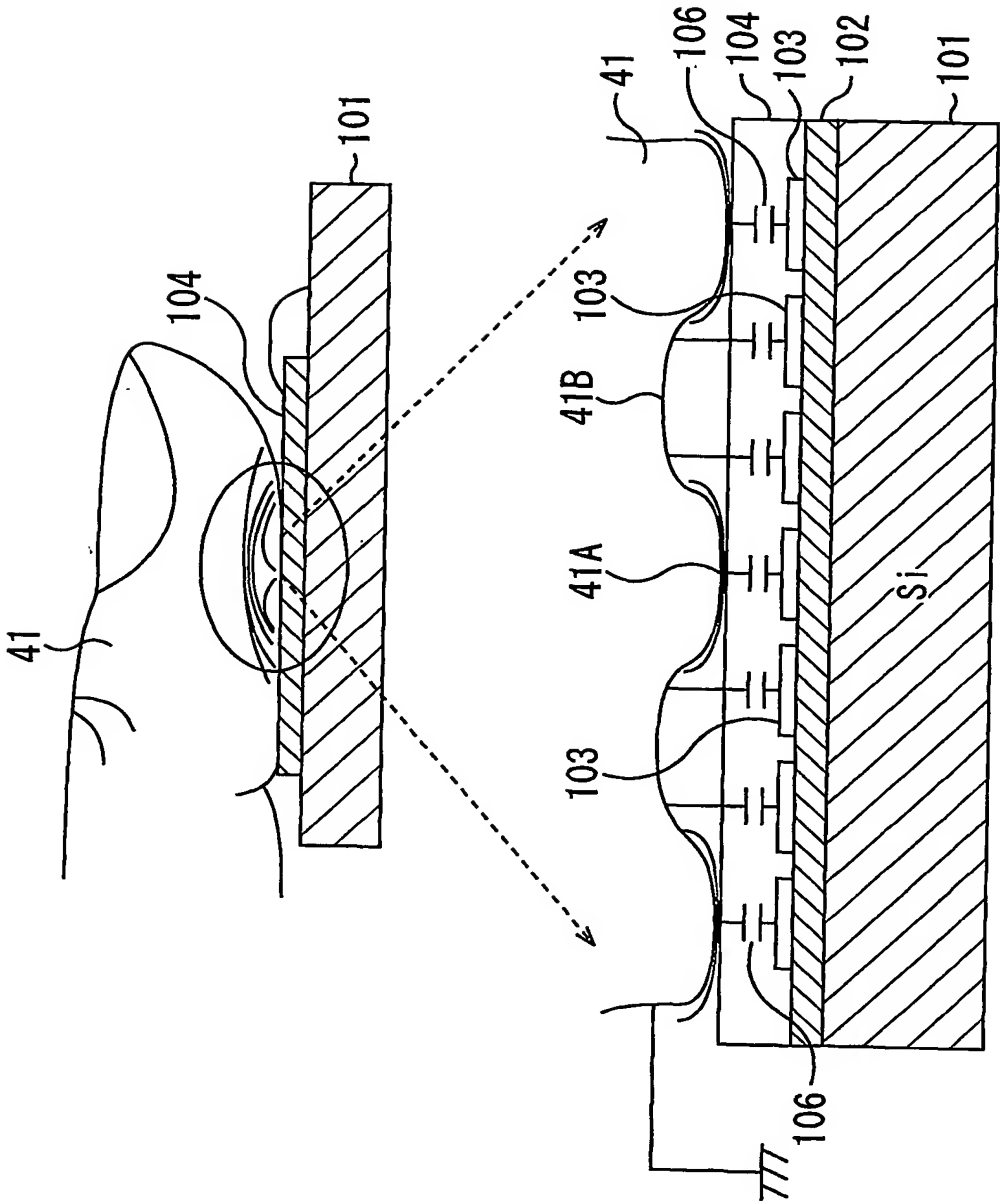
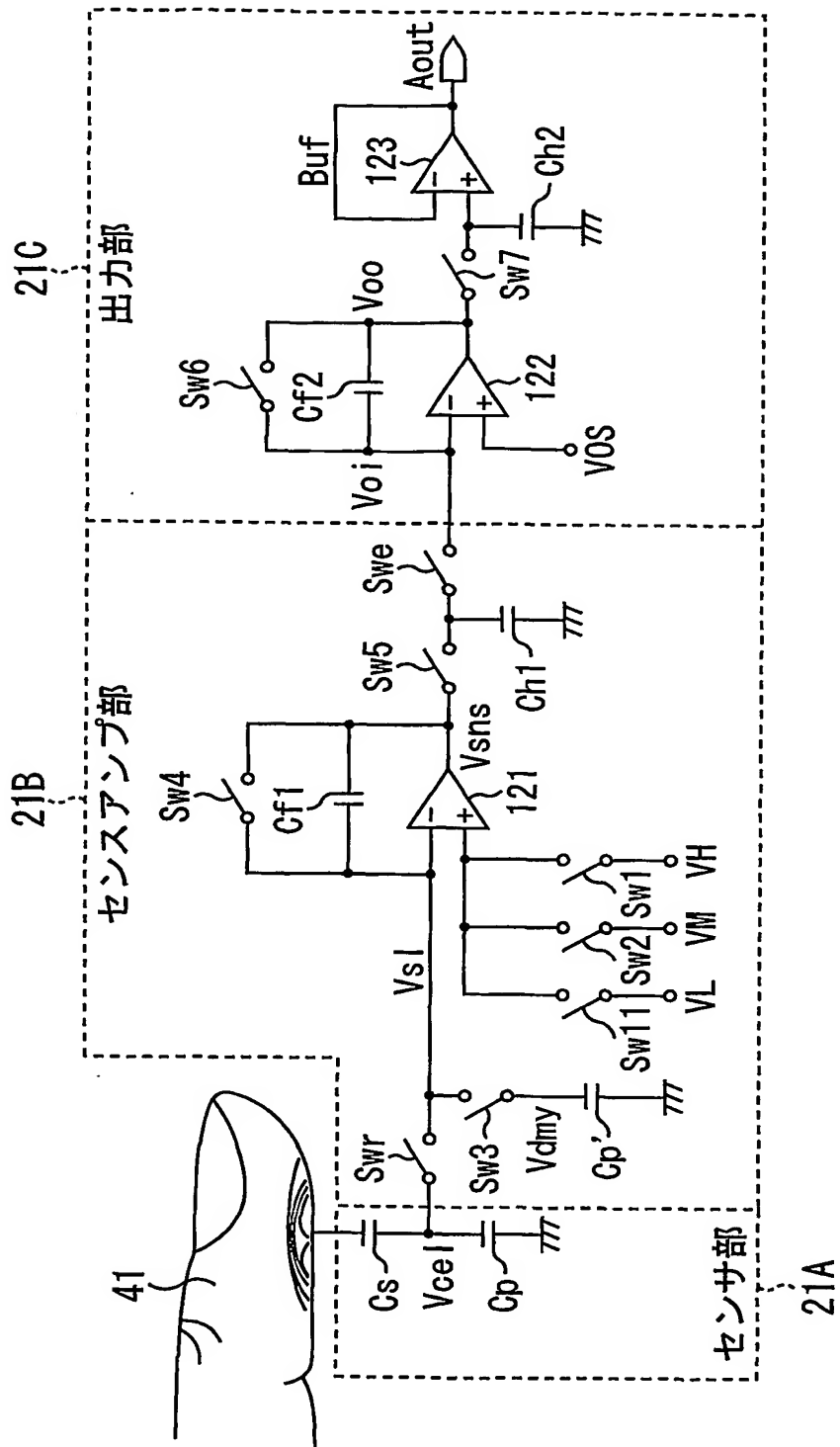


图 4



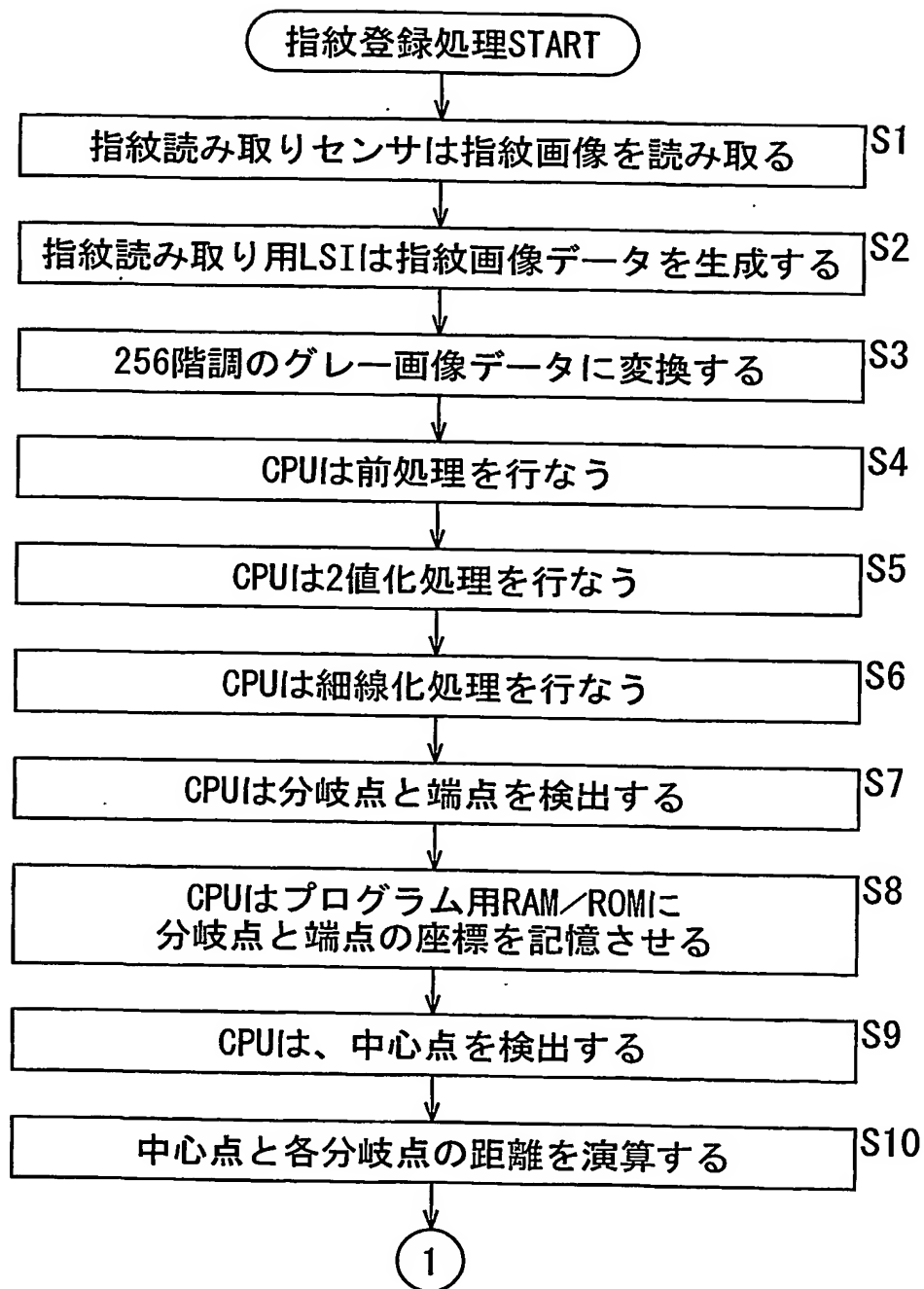
5/25

図 5



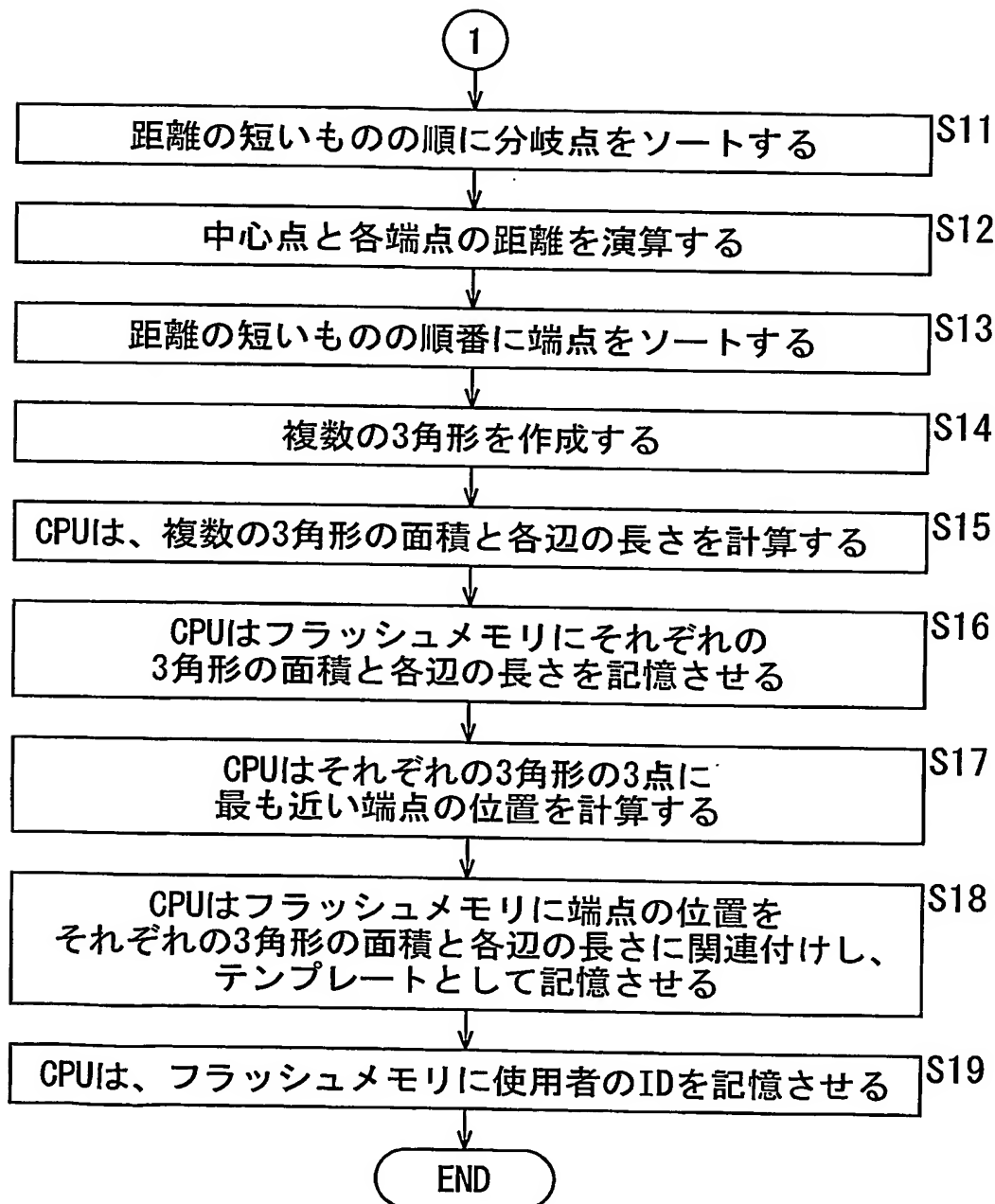
6/25

図 6



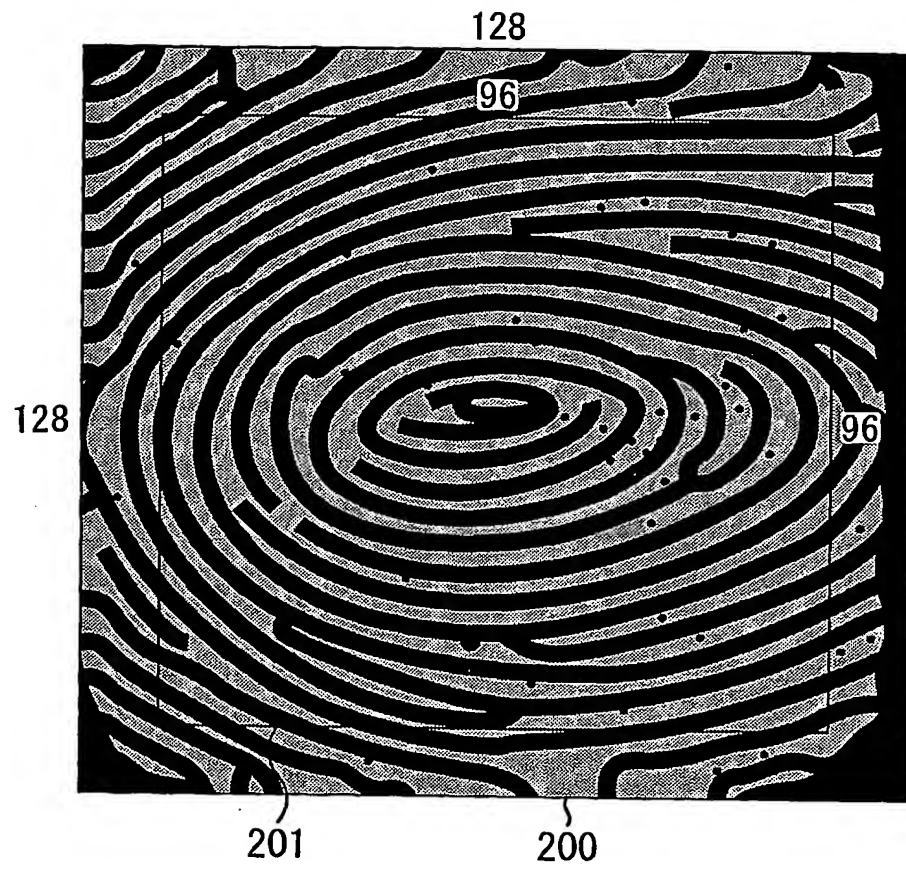
7/25

図 7



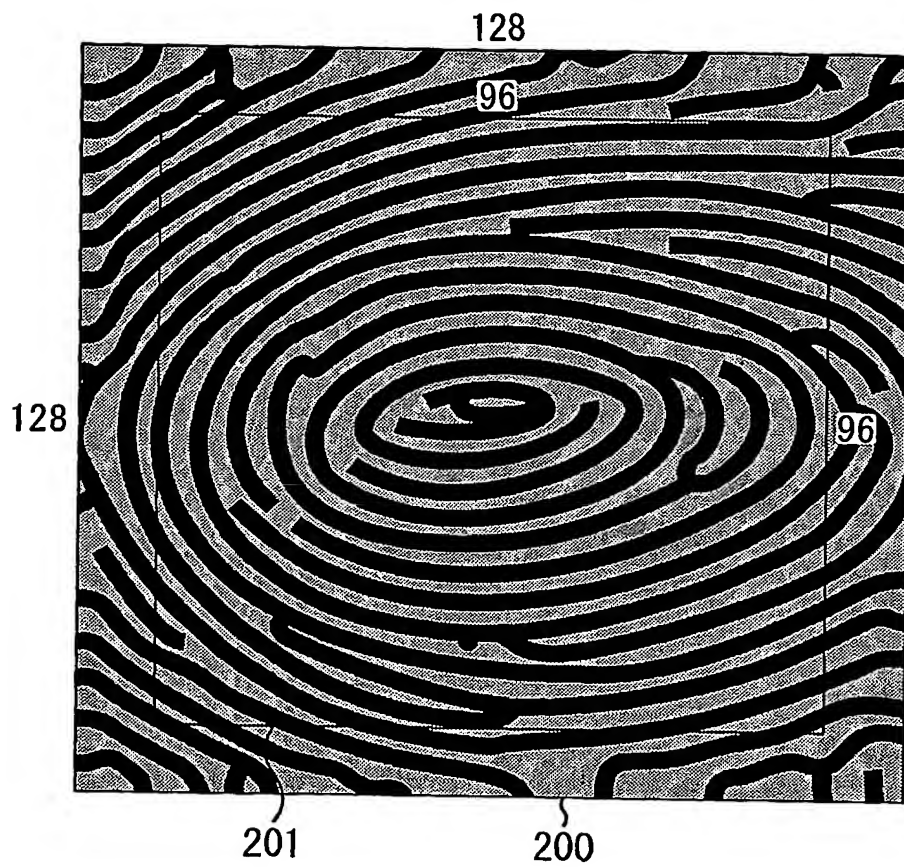
8/25

図 8



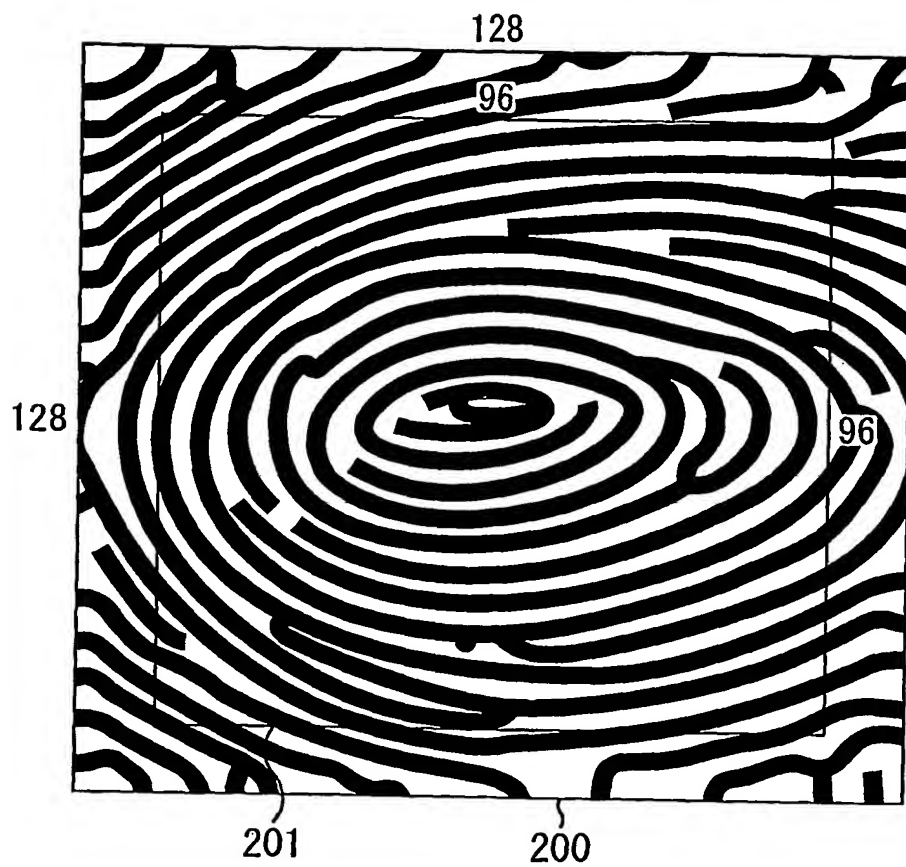
9/25

図 9



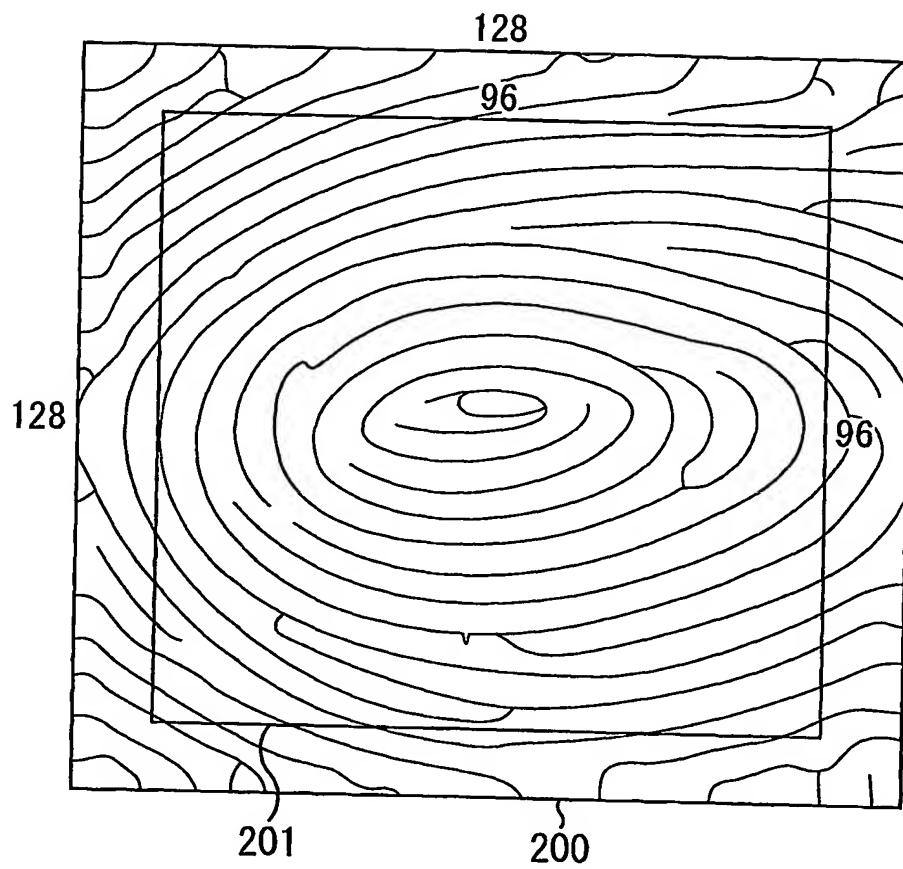
10/25

図10



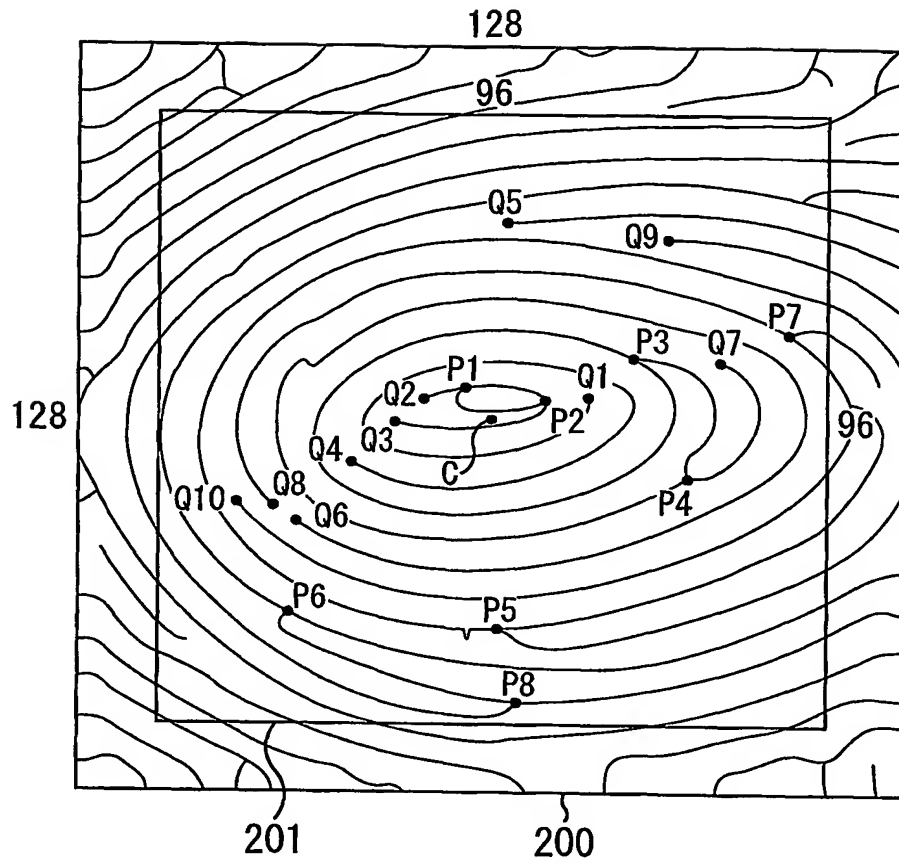
11/25

図11



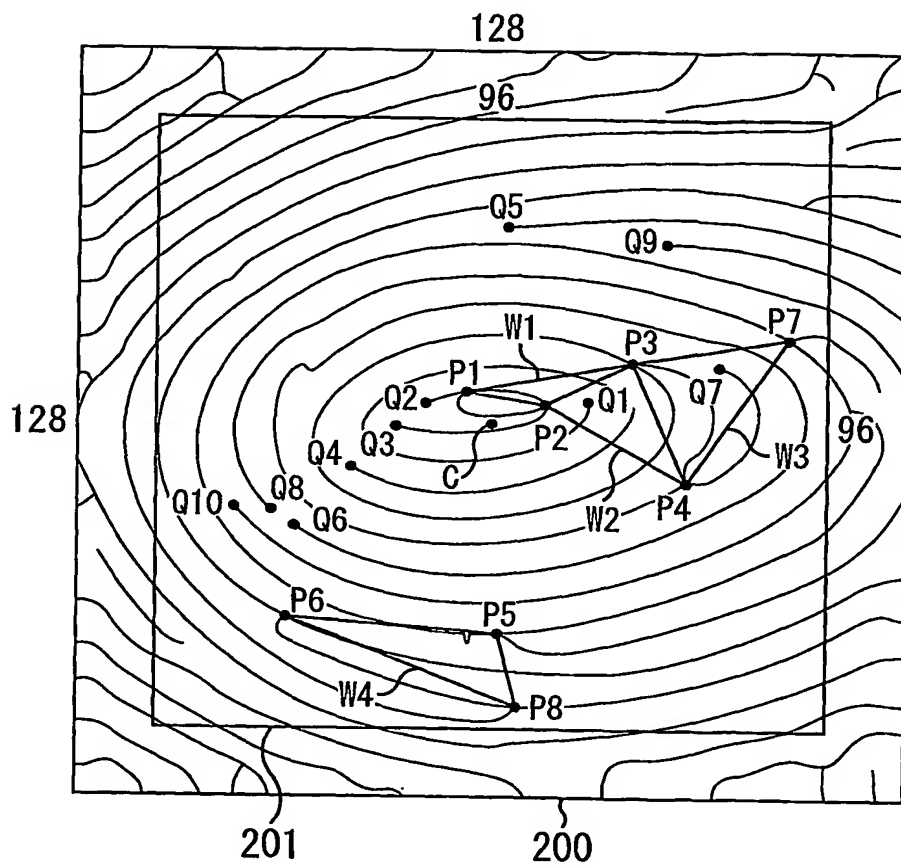
12/25

図12



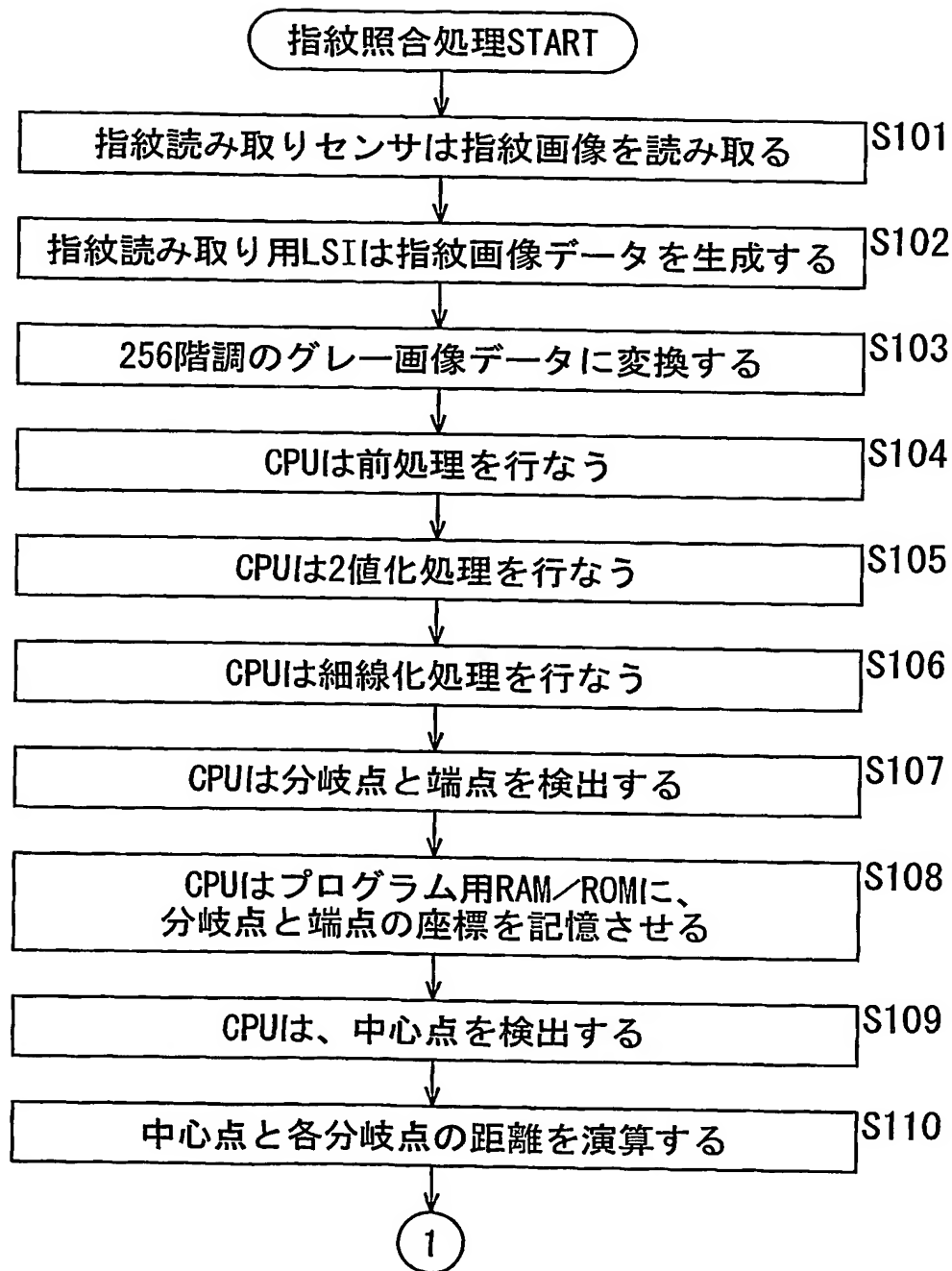
13/25

図13



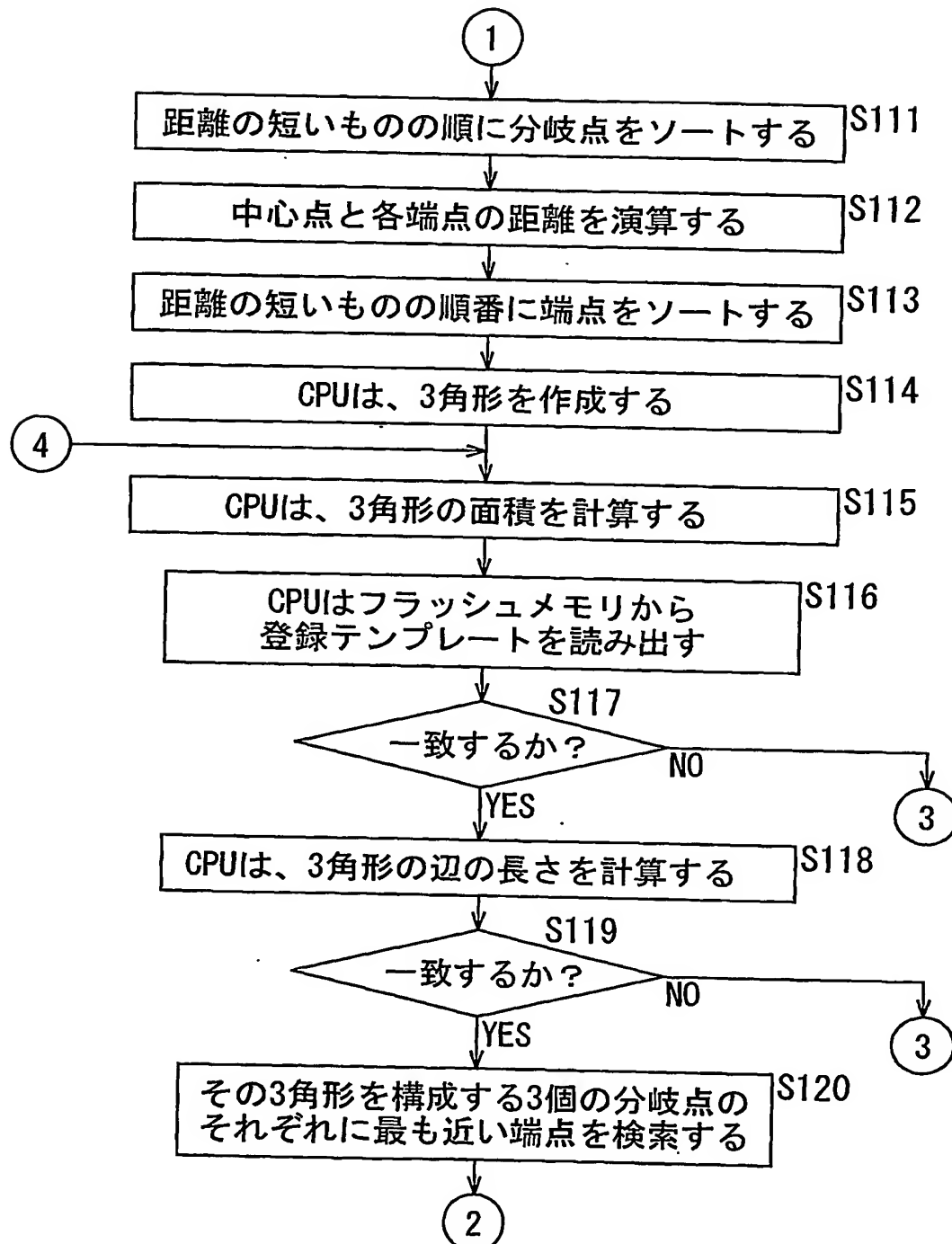
14/25

図14



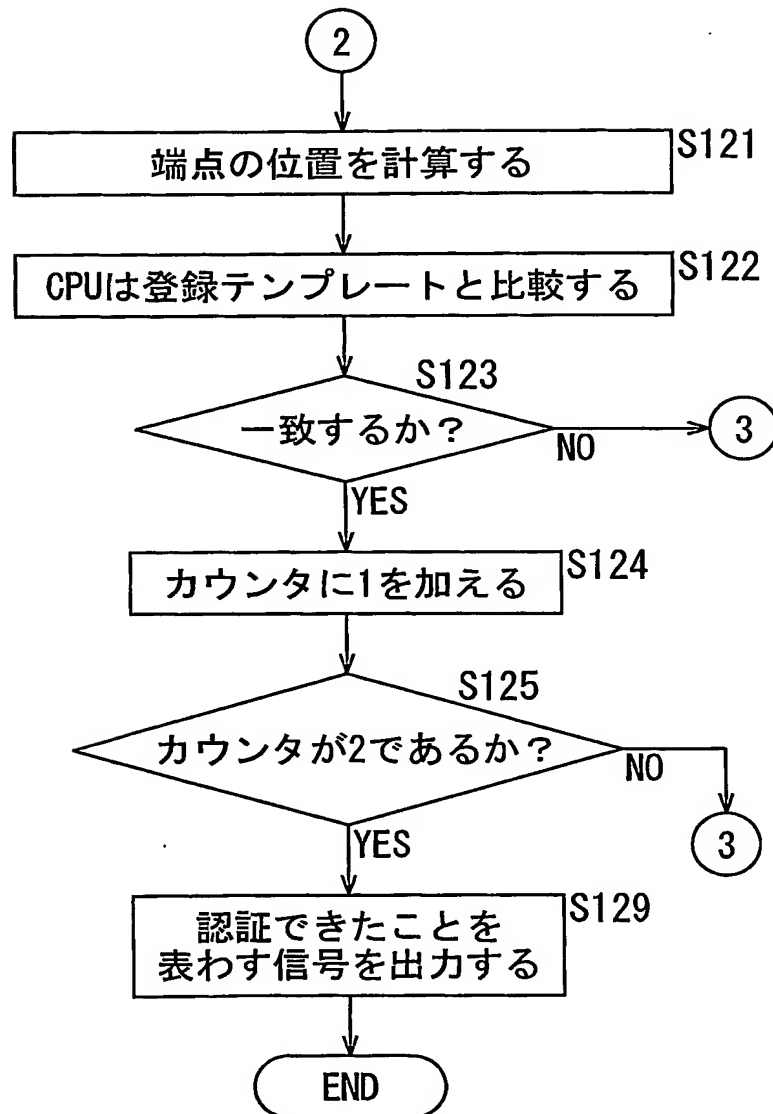
15/25

図15



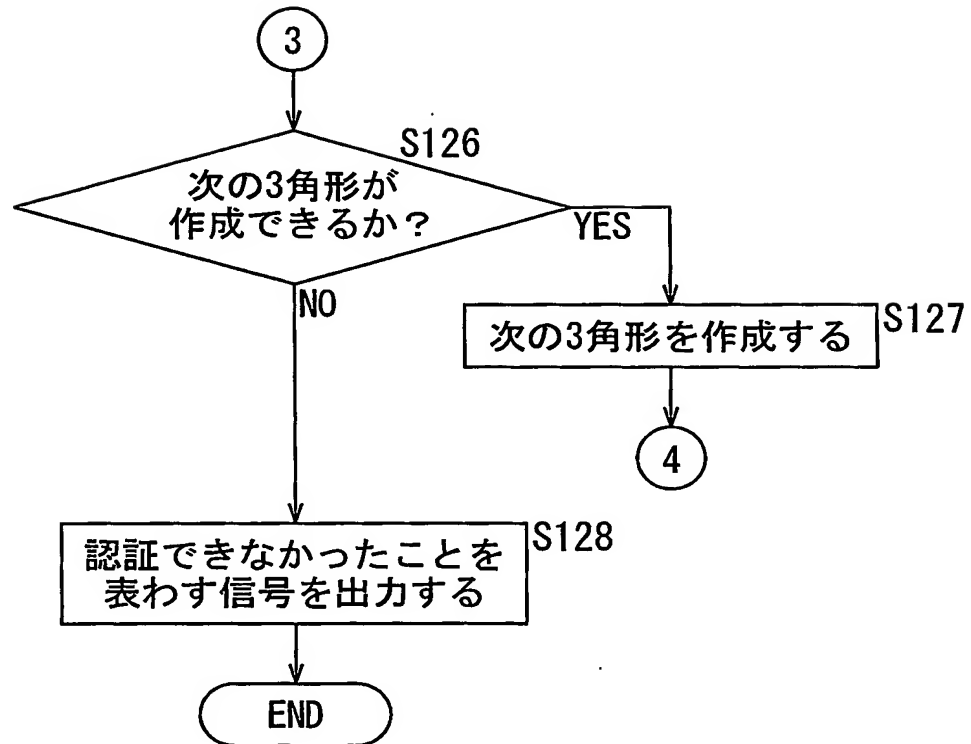
16/25

図16



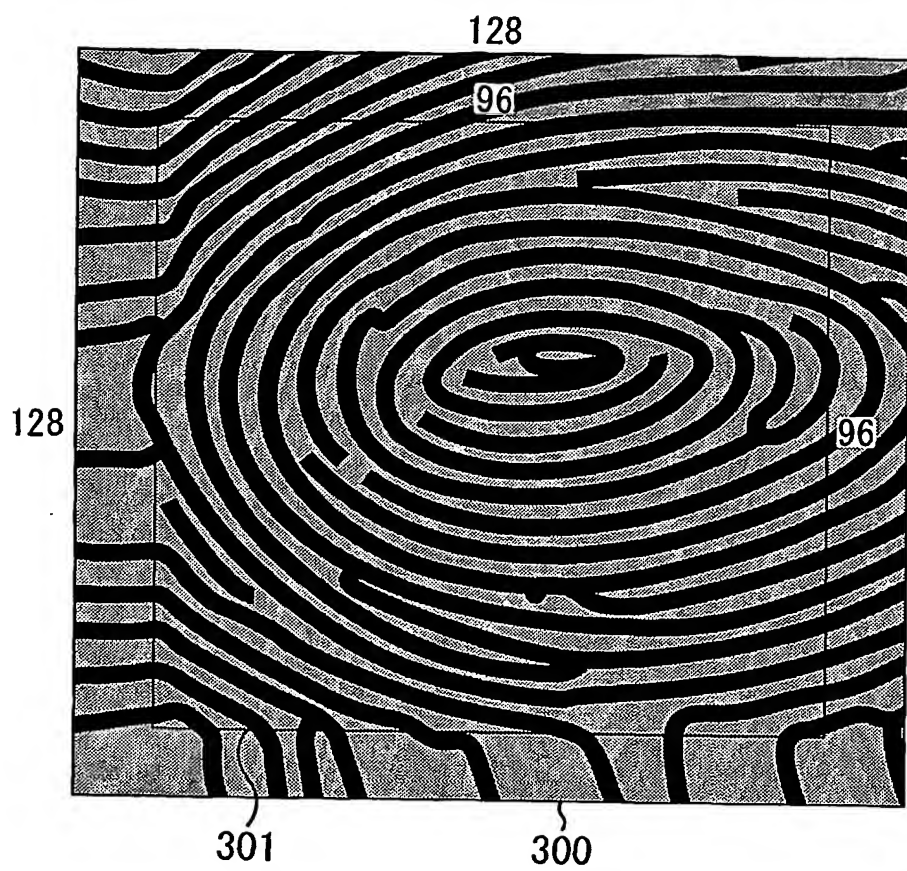
17/25

図17



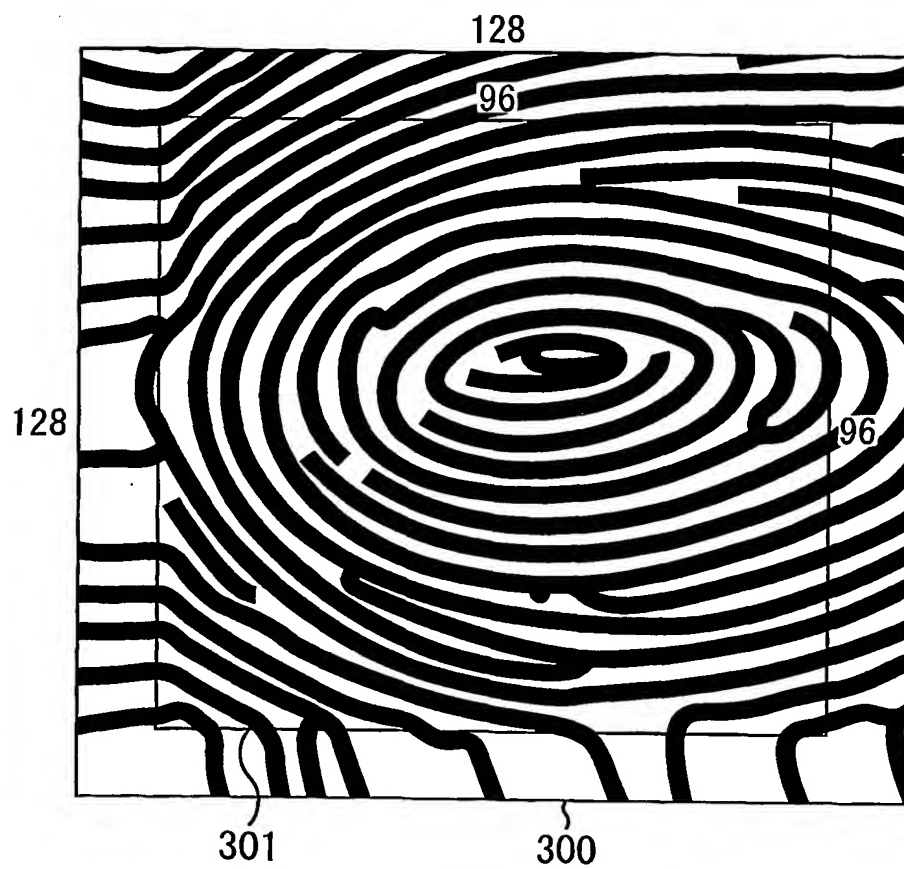
18/25

図18



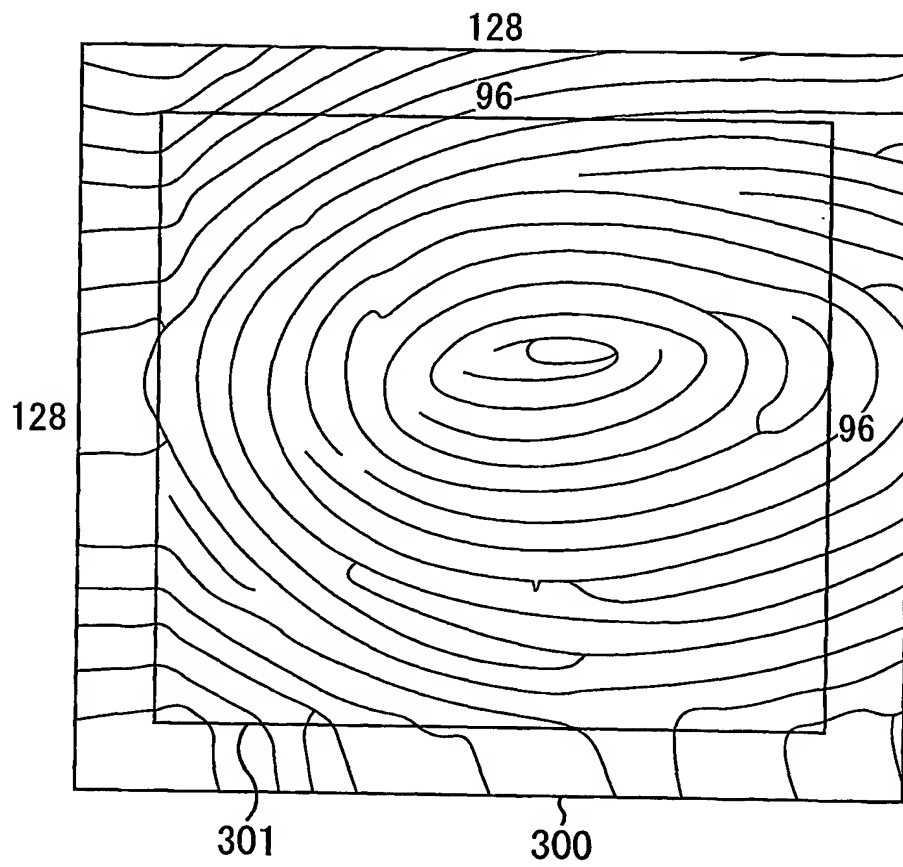
19/25

図19



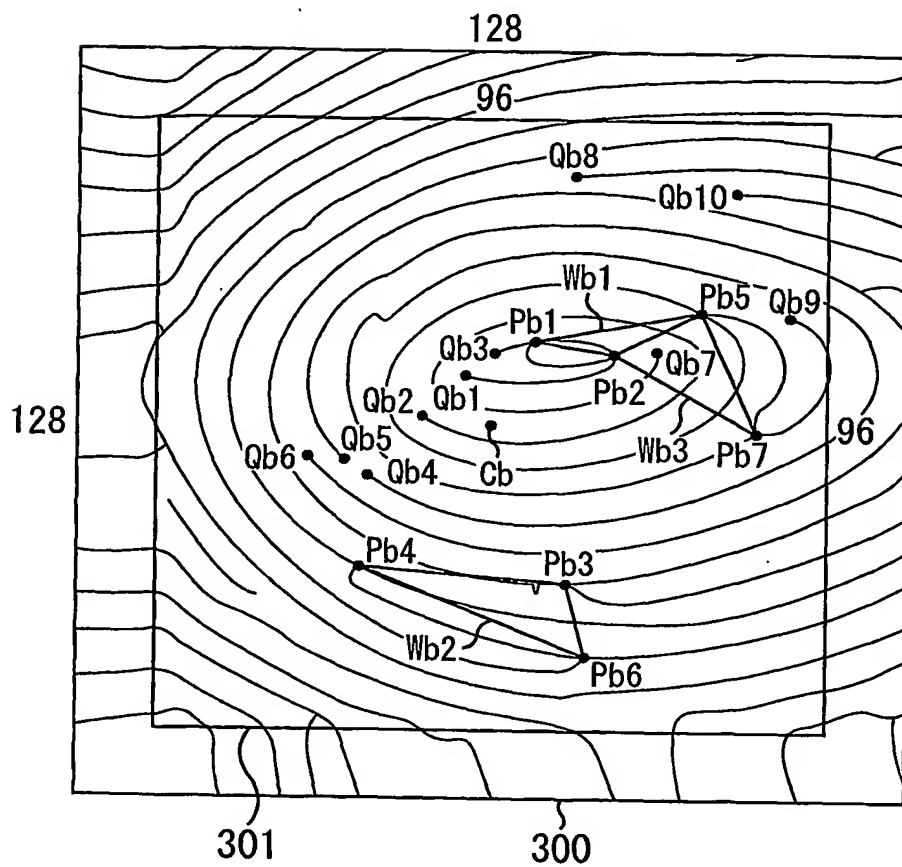
20/25

図20



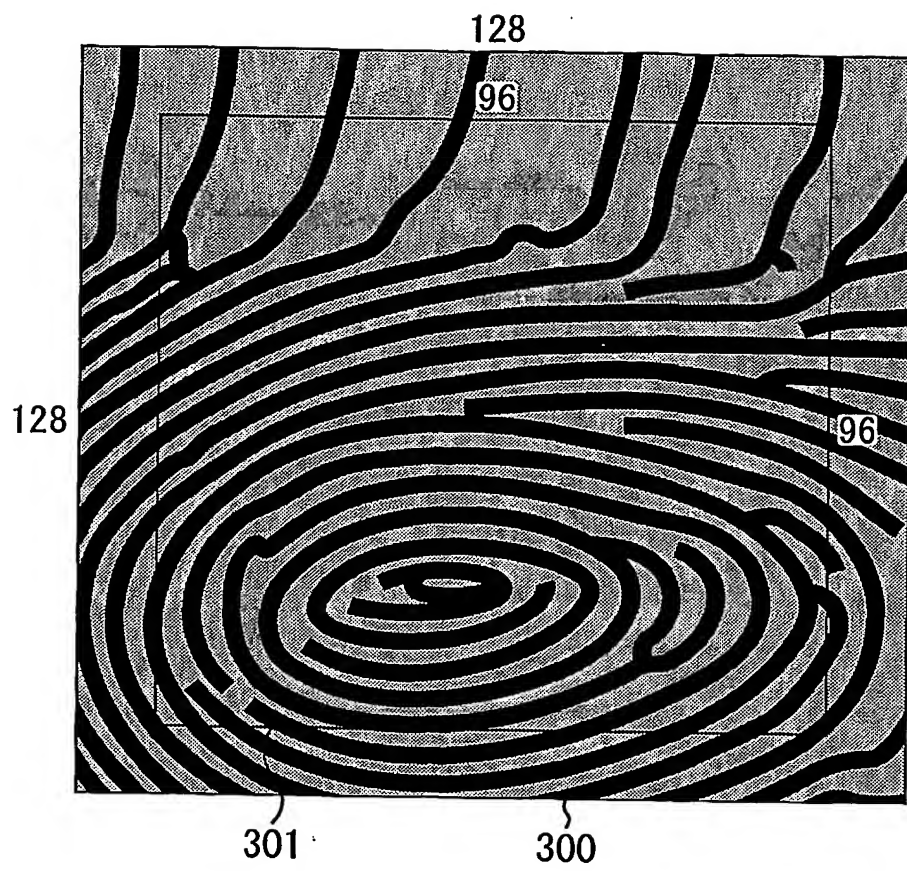
21/25

図21



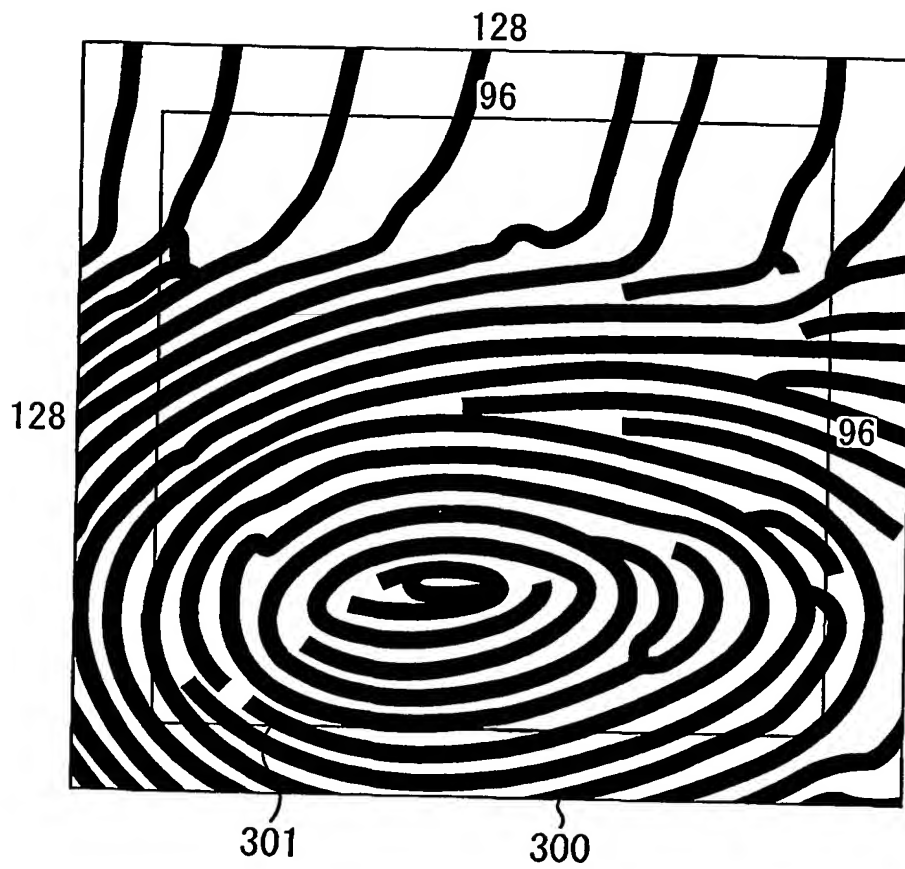
22/25

図22



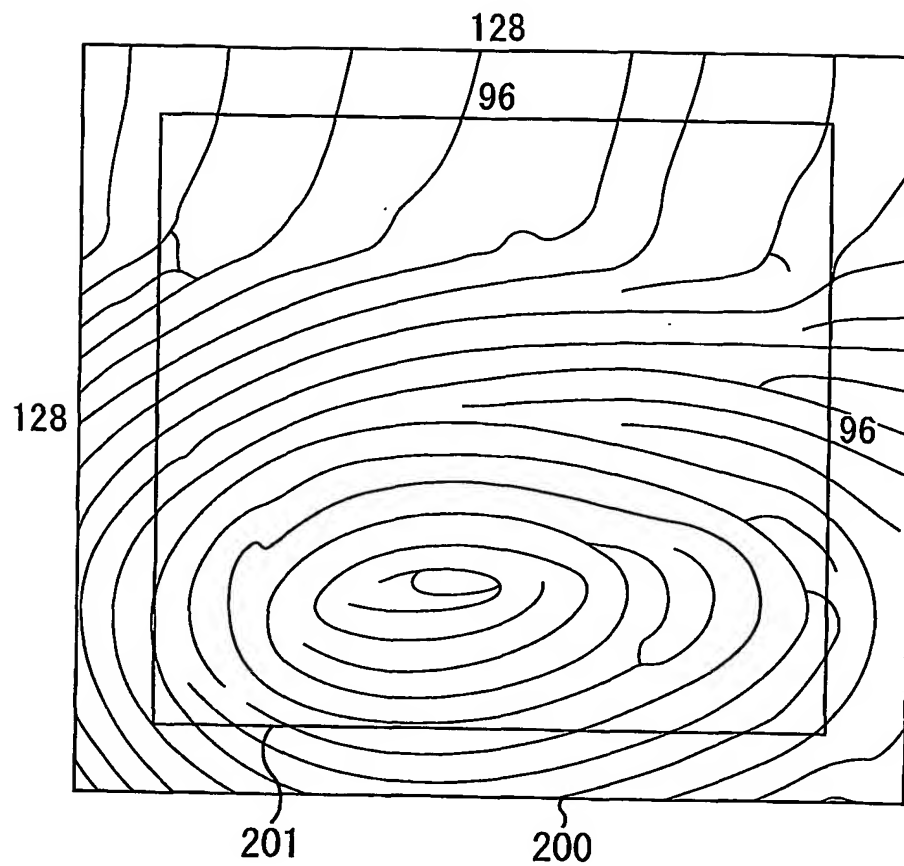
23/25

図23



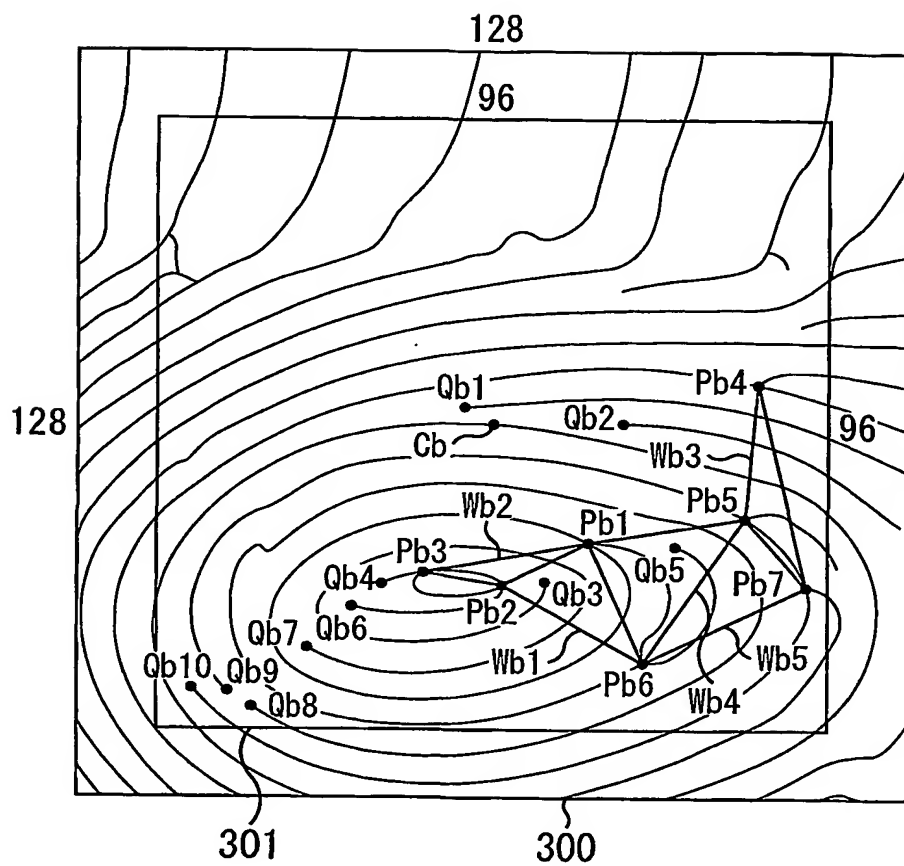
24/25

図24



25/25

図25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G06T7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G06T7/00-7/60, G06K9/00-9/82

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1197912 A2 (KUNIEDA, Hiroaki), 17 April, 2002 (17.04.02), & US 2002/0071598 A1 & JP 2002-190031 A	1-13
A	JP 10-063849 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 06 March, 1998 (06.03.98), Abstract (Family: none)	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 March, 2004 (02.03.04)

Date of mailing of the international search report
16 March, 2004 (16.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T 7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T 7/00-7/60, G06K 9/00-9/82

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP 1197912 A2 (KUNIEDA, Hiroaki) 2002.04.17 &US 2002/0071598 A1 &JP 2002-190031 A	1-13
A	JP 10-063849 A (日本電信電話株式会社) 1998.03.06, 要約 (ファミリーなし)	1-13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.03.2004

国際調査報告の発送日

16.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松浦 功

5H 9181

電話番号 03-3581-1101 内線 3531